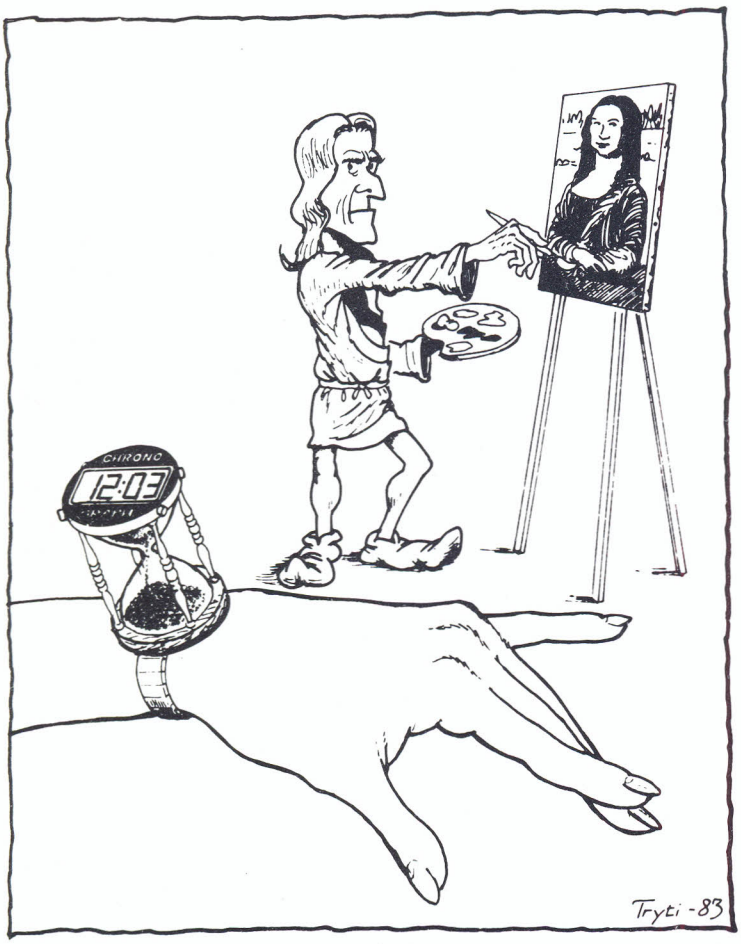
Fra Fysikkens Verden

Nr.3 – 1988
50. årgang

Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen



Innhold

S. O. Sørensen:
LEONARDO idag? – Akseleratorbygger 59

Jacob Bøe:
FYSIKKEN KULTURELLE BETYDNING – Fra fagplan til lærebok 60

Olav Steinsvoll:
SANS – Småvinkel nøytronspredning? 63

Olav Steinsvoll:
MAGNETISME – Nye modeller, faglige kontroverser 68

Fra Redaktørene 58
FFV-Panelet: **Eivind Hiis Hauge** 58
Trim iFFV 73
Fysikkolympiaden 1988 73
Bok–kronikk: **Henning Knutsen**:
Univers uten grenser 74
Bokomtaler 75
Nytt fra NFS 76
Årsmøte 1988
Årsmelding 1988
Fysikermøtet 1989
Nye medlemmer

ISSN-0015-9247

Fra Redaktørene

"Med viten og vilje" heter den vel 270 siders innstillingen fra Universitets- og høgskoleutvalget, NOU 1988:28 som nå foreligger. Høringsrunden er i full gang på universiteter og høgskoler, innstillingen har startet en debatt omkring meget viktige forslag som, dersom "vilje" er alvorlig ment, vil ha store konsekvenser for landets utdanningsinstitusjoner på universitetsnivå. Et av de punkter som initierer den livligste debatt angår stillingsstrukturen for vitenskapelig personale. Det er interessant å merke seg at det foreliggende forslag – opprykk ved kompetanse – nærmest er identisk med forskerforbundets forslag. Kort sagt kan en si at vi derved vil gå fra et konkurransesytem til et kompetansesystem. Forskerforbundet illustrerer dette i siste nummer av Forskerforum ved at den oppmuntrende gulrot er tilgjengelig for den som strekker seg. Vi tror at denne nye giv, med de kompetansekriterier som NOU 28 angir, vil forløse store potensielle ressurser ved institusjonene. Forøvrig merker vi oss med glede at finansiering av lange studier skal bedres vesentlig. Dette er kanskje det aller viktigste forslaget, studenter er og blir det aller viktigste "råstoff" til vår virksomhet. Universitetene har vært alt for lite pågående i den debatten (eller "kampen" som studenter foretrekker å kalle det). Vi merker oss videre, uten glede, at NOU 28 knapt nevner den ene halvpart av alle universitetsansatte, nemlig teknisk- administrativt- og bibliotekspersonale. For faget fysikk er det spesielt viktig å kunne tilby teknisk personale gode og utfordrende arbeidsforhold, det er ikke få store forskningsprosjekter som står og faller med dyktige tekniske medarbeidere.

Til slutt, fra de politiske høydene og ned på bakken. Dette nummer av FFV er satt på en ny måte. Nå koder vi all tekst i LaTeX, et manuskriptsystem som etterhvert er blitt velkjent blant fysikere. Vi tar selvsagt fremdeles med glede imot alle manuskripter, enten de er skrevet på maskin eller med vanlige tekstbehandlingssystemer (fortrinnsvis Word Perfect), som vi selv "LaTeXifiserer".

∞

FFV–Panelet: Eivind Hiis Hauge

Universitetsfysikerens vanskelige , men Vidunderlige verden

FFV-panelet har nå presentert så mange vettuge tanker om verden idag, sett fra universitetsfysikerens synspunkt, at denne deltaker har valget mellom å la vettet fare, eller å gjenta andres visdom.

Eller begge deler. Vi har valgt en rolle i forsknings- og utviklingssamfunnet som ikke er enkel. Ikke skal den være det heller. En universitetsfysiker som ikke periodevis har identitetsproblemer, er enten selvbedrager eller forstenet. Vårt særlige ansvar er grunnforskningsenden av spektret. Forskningsfronten og dens nærmeste omgivelser er arbeidsfeltet. Men hvordan komme seg dit? Frontens geometri er uoversiktlig, den virrer innom både kosmologiens evige spørsmål, og tilsynelatende uvesentlig pirk ved faseoverganger. Foruten at geometrien er av det fraktale slaget, er fronten i udisiplinert bevegelse. Flytter ikke vi den, gjør noen andre det. Hva som er de mest fruktbare frontavsnitt er ikke lett å avgjøre, langt mindre forutsi. I dette flokete terrenget er det vi må orientere oss, jobbe intenst med detaljene i det problemet som opptar *oss*, foreta faglige vegvalg, planlegge etter fattig evne, bidra med resultater som flytter fronten ørlite, hevde vår egenart overfor en skeptisk omverden, og skryte dannet av hva vi har oppnådd. For den mest entusiastiske vil tunge stunder melde seg: Hva er det egentlig jeg holder på med, har det noen fornuftig hensikt, er jeg, når alt kommer til alt, et nyttig medlem av samfunnet?

Da er det fristende å la seg forføre. Av markskrikerske moteløver som til enhver tid vet hva som er det eneste rette arbeidsfeltet, kritiske fenomener i går, superledning i dag. Av pengesterke profitører som for noen ekstraslanter vrir deg og hele din offentlig finansierte virksomhet inn i arbeid med relevante trivialiteter, kvalitetskontroll av ditt, parametrisering av datt. Av floskelflinke politikere som, med imponerende klarsyn, vet hvilken forskning i dag som vil være den nyttigste for landet om 10 år; materialer, informasjonsteknologi. Og av alle slags nødvendige små gjøremål i det daglige som kan dimensjoneres slik at de effektivt skjermer mot ubehagelige krav til egen forskning. Men like fristende er det å bruke forskningens frihet som bekvemmelighetsflagg for forstenet fantasiløshet. Relevans *er* viktig for grunnforskning. Ikke relevans for neste års brutto nasjonalprodukt, men for Vitenskapens vitalitet og vekst. Som i neste omgang kan bli helt avgjørende for BNP. I ettertid er det lett å se at visse problemfelt tidvis har vært mer fruktbare enn andre. Kunsten er å manøvrere seg inn på områder som er i ferd med å *bli* fruktbare. Lett sagt! Kanskje moteløven har truffet noe viktig likevel? Kanskje står der et førsteklasses grunnforskningsproblem på den pengesterkes spørsmålsliste? Kanskje det til og med er en kjerne av sunt vett i politikernes visjoner? En ting er sikkert: Ingen komitéutredning eller ekspertevaluering kan løse vegvalgproblemene for oss. De kan i verste (eller beste?) fall begrense mulighetene. De viktigste valgene er fortsatt vårt eget ansvar.

Ikke kan vi bli stående i vegkryss å fomle i det uendelige heller. Vi skal videre. Det må jobbes, entusiastisk, konsentrert og sammenhengende. Periodene med intenst arbeid, når problemene begynner å knake i sammenføyningene, når det endelig løsner, står for de fleste av oss i en egen glans. Og 37 1/2 timers uken er for proletariatet,

ikke for oss priviligerte! Fysikk *er* et vidunderlig fag. Mange studenter aner det allerede, alt vi har å gjøre er å bekrefte mistankene. Lover vi arbeid i massevis, skuffelser og gleder, og *fysikk på internasjonalt nivå*, rekrutterer vi de beste. Det er de beste vi har bruk for.

Jovel. Men bortsett fra entusiastisk egeninnsats, hvordan nærme seg idealbildet i praksis? Det låter suspekt i en nasjon av einstøinger, men en del av svaret er organisasjon. Vi må bli flinkere til å samle oss om problemfelt, skape fleksible arbeidsfellesskap som holder det store svinghjulet i gang, selv når en enkelt av oss reiser bort, brekker ankelen eller tar en pustepause. Vi må bli flinkere til å kople sammen eksperiment og teori. Vi må satse på hverandres sterke sider og omgå de svake. Vi må akseptere forskjellsbehandling basert på forskjeller. Et nærliggende eksempel: De fleste av oss tørker ut, vitenskapelig sett, før pensjonsalderen. Da må det være en menneskerett å hoppe av *den* karusellen. Den tilsvarende menneskeplikt burde være å bidra til fellesskapet på andre vis: Utnytte erfaring og kontakter til å skaffe de yngre forskningsmidler og stipend, ta på seg mer undervisning og administrasjon, drive forskningsformidling og nødvendig PR.

Så var det pengene. Selvsagt har vi fortsatt for lite av dem. Det har vi alltid hatt. Selvsagt skal vi slåss for romsligere rammer. Ikke alle hele tiden, men noen av oss, innimellom. Vi er jo ubeskjedne nok til å mene, i fullt alvor, at som produsenter av ny kunnskap, ny innsikt og nye, velutdannete fysikere, er vi gode, langsiktige investeringsobjekter. Vi skal slåss for romsligere offentlige rammer, og vi skal slåss for støtte fra andre kilder, på grunnforskningens premisser (Statoils Vista-program er et eksempel til etterfølgelse!)

Selvsagt skulle vi hatt romsligere rammer. Men rammer *er* slik at de begrenser, uansett. Spørsmålet er om vi utnytter de mulighetene som faktisk foreligger. Fantasi, fleksibilitet, organisasjonstalent, omstillingsevne og, først og fremst, gode, faglige ideer fulgt opp med entusiasme og hardt arbeid, er det som trengs. Vi vet det, har alltid visst det. If you are so smart, how come you're not rich?

∞

LEONARDO IDAG? – Akseleratorbygger

Under middagen ved årets Fysikermøte holdt Sven Oluf Sørensen festtalen. Redaksjonen har tillatt seg å gjengi talen i FFV.

Ærede Arrangementskomité, mine Damer og Herrer.

Jeg vil gjerne få takke for det ærefulle verv å få si et par ord til denne illustre forsamling.

Det tales idag så meget - både i massemedia, i vårt storting, og ikke minst i våre forskningsråd og på våre universiteter - om dyktighet, faglig kompetanse, kvalitet, og om nødvendigheten av å ta vare på en elite. Jeg har en liten mistanke om at de som taler så høyt om en elite mener at de selv tilhører denne. Men de faktiske forhold i livet er vel dette: At den virkelige elite - den taler aldri om seg selv. Det er derfor vi fysikere er så tause. Jeg skal forsøke å forklare hva jeg mener.

Hvis vi om tusen år, fra våre høye himmel (forhåpentligvis) ser ned på Jorden og spør: Ble det på denne planeten i dette det 20de århundrede skapt noe av menneskehånd som kan måle seg med de tidligere store verk i menneskehetens historie - Odysseen og Iliaden, Pyramidene, Salomos Høysang, Akropolis, Mozart og Beethoven, Chartres. Verk som er løftet ut av tiden, og står for evigheten.

Går vi til det 20de århundredes arkitektur og bildende kunst så er det vel ingen tvil om at den befinner seg i en bølgedal. Impresjonistene måtte gå til Japan, Gauguin til Sydhavsøyene og Picasso til Afrika for å fornye den vesterlandske kunsten. Arven fra Parthenon og Leonardo var brukt opp. Nådeløse dommere har karakterisert den moderne kunsten - ikke som "Keiserens nye klær", men som "Keiserens nye kleshengere".

Hva så med dikterkunsten? Hva vil man om tusen år si om den litteraturen som menneskene i det 20de århundrede utsatte hverandre for? Man vil nok si at den ga et visst tidsbilde. Men jeg tror at mange vil spørre med forundring: "Hvorfor så dikterne den gangen på tilværelsen bare gjennom buksesmekken?" Det virker som bekjent i lengden trettende.

Det politiske liv i det 20de århundrede bør vi vel forbigå i taushet for å spare appetitt til desserten. Det eneste virkelig genuint nyskapende i vårt århundredes politiske liv er vel det som hele Fysisk institutt for 45 år siden opplevet, eller var på nippet til å oppleve, nemlig - konsentrasjonsleiren.

Men hva er det da som vil bli stående som det ypperste som er skapt i vår tid? Den eneste oppdragelse jeg har fått hjemmefra det er: "Beskjedenhet er en dyd, men husk den må være falsk!" Og jeg tillater meg å hevde at det som stiger frem for oss når vi nevner navn som Max Planck, Albert Einstein, Niels Bohr, lord Rutherford, de Broglie, Heisenberg, Schrödinger, Dirac, Yukawa - det er det største som er skapt av mennesker i moderne tid. Jeg tror at det som ble utført av fysikere i de første 20 - 30 årene av dette århundrede i Berlin og Göttingen, i Paris, i Oxford og Cambridge, og ikke minst i København bare kan sammenlignes med de aller største epoker i menneskehetens historie, som høydepunktene i den greske kultur og renessansen. Det er kvanteteorien og relativitetsteorien som er vår tids egentlige kultur.

Det paradoksale er at norske fysikere ikke er enige i dette syn - men Edvard Munch mente det.

Leonardo ville idag konstruert partikkelakseleratorer.

Det er groteskt å gi politikere æren av velferdsstaten. Denne er resultatet av moderne teknologi som igjen er basert på grunnforskning i fysikk.

Og kunsten, den ser opp til og kopierer fysikken. Goethe sier med rene ord, klart og tydelig: "Som dikter er jeg helt middelmådig. Det har levet langt større diktere før meg, og det vil komme langt større diktere efter meg. Shakespeare for eksempel er noe helt annet, av helt andre dimensjoner. Men", sier han, "det er som fysiker jeg vil bli husket." Og han brukte over tyve år av sitt verdifulle liv til eksperimenter i optikk. Jeg fristes i den forbindelse til å minne om en historie som fortelles om den store matematikeren David Hilbert. Han ble spurt av en kollega hvor det var blitt av hans assistent Müller. Og Hilbert svarte: "Hans fantasi strakk ikke til for matematikk og fysikk så han slo seg på diktning i stedet."

Men vi vet jo alle at det i den moderne fysikks enorme triumf er et element av tragedie. En moderne fysiker har sagt: "Hell may emerge from our equations. Helvede kan komme ut av våre likninger." Vel, de fleste vil vel i dag karakterisere dette som et understatement.

Jeg følte denne tragikk meget sterkt en gang i vinter da jeg var i selskap med en gruppe norske såkalte "kulturarbeidere" - dere kjenner de gutta med lusekofter og "stødnadsskjegg." Alle i selskapet, inklusive meg selv, skrøt av vår egen betydningsfullhet. Og jeg tillot meg å uttale med sterk røst: "Vårt århundredes kultur er en eneste ting - den moderne fysikk." Det merkelige var at alle var helt enige med meg. Men under bordet lå det en poet som ikke klarte å reise seg opp, og han ville bare snakke japansk - og ropte til meg:

"SAKURA NO SAITE IRU TENJŌ KARA HIROSHIMA NO KODOMOTACHI GA ANATAGATA O JITTO MITSUMETE IMASU"

Og det betyr: FRA SIN KIRSEBÆRBLOMSTRENDE HIMMEL BØYER HIROSHIMAS BARN SEG FOR DERE I ÆREFRYKT.

∞

FYSIKKENS KULTURELLE BETYDNING – Fra fagplan til lærebok

Jacob Bøe *

Det er kommet et helt nytt aspekt inn i fagplanene for de naturvitenskapelig fag i videregående skole. Elevene skal sette seg inn i fagenes kulturelle betydning. Dette er klarest presisert i fysikkplanen som kom i 1982, og det må kunne sies at dette er en av de vesentlige forandringer som er gjort siden den foregående planen.

Det er forøvrig ingen tilfeldighet at fagplankomitéen har innført dette nye emnet. Ser vi på utviklingen av fagplaner i fysikk internasjonalt, er den norske planen helt i tråd med det som har funnet sted i andre land. Det første reformprosjekt som kom i 50-årene (PSSC) la nokså ensidig vekt på den rene fagkunnskap, "the pure science". Etter hvert har dette forandret seg slik at fysikkens betydning for samfunnet er kommet sterkere med. Først kom beskrivelse av tekniske anvendelser, "science for action". Senere kom forskningens betydning, direkte og indirekte, for samfunnet med i læreverkene, med vekt både på det positive og det negative, "science for society". Denne utvikling var ikke bare diktert av hensyn til samfunnet, men like meget av hensyn til elevene som åpenbart fikk bedre innsikt i fysikk ved å se den i en større sammenheng. For norsk skole må vi også kunne si at hensynet til fysikkens allmenndannende verdi har spilt en stor rolle. Den videregående skole skal ikke utdanne spesialister, men skape muligheter for personlig utvikling og høyere utdanning.

Vi skal i det følgende forsøke å klargjøre hva uttrykket "fysikkens kulturelle betydning" egentlig innebærer. I de fleste sammenhenger vil dette bety det samme som naturvitenskapens betydning generelt, og vil således kunne overføres til både kjemi og biologi i skolen. - Videre skal vi ta for oss de tre læreverkene vi for tiden har i fysikk for videregående skole og forsøke oss på en analyse av hvordan dette emnet er fremstilt. Vi skal konsentrere oss om bøkene for 2Fy, fordi det er disse som er av størst interesse. 3Fy-bøkene er mest preget av den matematiske fremstillingen av fysikken, uten å skjele til kulturell betydning. De tre læreverkene er som kjent av:

Callin-Falch-Frøshaug(CFF) (1984)
Isnes-Nielsen-Sandås(INS) (1983)
Øgrim-Ormestad-Lunde-Jerstad(ØOLJ) (1984)

Hva menes med fysikkens kulturelle betydning?

Begrepet "kultur" er svært omfattende og kan brukes i mange sammenhenger. Vi er nødt til å avgrense oss til visse områder som er av størst interesse. Noe forenklet kan vi si at skal elevene få noen forståelse av fysikkens kulturelle betydning, må de lære å sette faget inn i en videre sammenheng. Det er tre områder som naturlig skiller seg ut:

1. En historisk sammenheng
2. En filosofisk sammenheng
3. En samfunnsmessig sammenheng.

Disse områdene må ses på som et praktisk utgangspunkt med tanke på våre drøftinger. Samtidig er det klart at de går sterkt over i hverandre og kan vanskelig behandles helt isolert.

En beskrivelse av sammenhengen mellom fysikk/naturvitenskap og den kultur vi møter i historie, filosofi og samfunnsforhold er egentlig en kjempeoppgave. I fysikkundervisningen blir det bare tale om å gi elevene noen små glimt på vegen. Spørs-

*Pedagogisk seminar, Universitetet i Trondheim/AVH.

målet blir hvordan vi kan flette noe av "denne kulturen" inn i opplæringen, slik at den gjør faget mer interessant og lærerikt.

Noen deler av emnet burde det bli plass til blant kjernestoffet. Andre deler kan kanskje bli gjenstand for fordypning ved at det velges som tilvalgstoff, mens noe bare kan omtales i stikkordsform i håp om at det kan være med å gi elevene noen impulser til ettertanke.

Historisk sammenheng

Vårt moderne samfunn er preget av raske forandringer. På de fleste områder finner vi nytenkning og utvikling som kan gjøre det vanskelig for mange mennesker å følge med. For stadig flere blir det etter hvert mer og mer klart at skal vi holde fast ved et menneskeverdig samfunn, må vi holde fast på våre røtter i vid forstand. Vi må med andre ord vokte oss for å bli historieløse.

Utviklingen innenfor naturvitenskap og teknologi som historien forteller om, er av særlig interesse fordi den på mange måter har vært bestemmende for utviklingen på andre områder i samfunnet, ikke minst på alt det som kommer inn under betegnelsen det kulturelle. Historien kan vise oss hvordan naturvitenskap og samfunnsforhold i tidligere tider har virket på hverandre. Skal våre elever få noen forståelse av hva naturvitenskap/fysikk har betydd og fortsatt betyr, er det derfor nødvendig at naturfagopplæringen settes inn i en historisk ramme. Naturvitenskapens historie kan være spennende lesning. Men den må være noe mer enn en oppramsing av navn og årstall. For fysikk/naturvitenskap er det viktig å få fram noe av den kulturbakgrunn forskerne hadde, hvilke observasjoner de gjorde og hvilke idéer og tanker de fant fram til. Videre må det komme fram hvordan de begrunnet sine meninger mht. den praktiske virkelighet, og sist, men ikke minst, hva forskningen deres betydde for samfunnet, direkte eller indirekte.

I fysikkens/naturvitenskapens historie er det tre epoker som bør understrekes:

1. "Den vitenskapelige revolusjon" på 1500- og 1600-tallet
2. "Den industrielle revolusjon" på 1700- og 1800-tallet
3. "Den vitenskapelige-industrielle revolusjon" fra 1900-tallet

Hver epoke er preget av ulike sider av forskning i fysikk. I stikkordsform kan vi nevne i samme rekkefølge:

1. Astronomi. Mekanikk.
2. Termodynamikk. Elektrodynamikk.
3. Atom- og kvantefysikk.

Det skulle ikke være vanskelig å finne eksempler på hvordan forskningen i fysikk, sammen med utviklingen av teknologi, har hatt innflytelse på samfunnsutviklingen; på menneskenes tenkning og holdninger så vel som på næringsliv/industri og økonomi. Skolefysikken kan dermed gjøres mer levende og aktuell, og vise at faget betyr noe for menneskenes hverdag. Den vitenskapelige revolusjon finner vi ofte framstilt som vitenskapens triumf over filosofi og religion, eller som fornuftens seier over alt som "den mørke middelalder" står for. Til dette er å si at de fleste historikere i dag har sluttet å bruke uttrykket "den mørke middelalder". Tiden før 1500 har vist seg å romme en omfattende virksomhet og utvikling som har vært til fordel for vitenskapen i årene etter. Derfor er det riktig å si som INS(10) "Vi er ikke klokere enn ham, (Aristoteles), men det vi vet i dag bygger på generasjoners tålmodige forskingsarbeid".

Den revolusjon som fant sted var først og fremst en ny oppfatning av hva vitenskap er, og hvilke idealer den vitenskapelige forskning skal bygge på.

ØOLJ(152) nevner meget kort denne forandringen, CFF har en mer fyldig beskrivelse, men har samtidig fått med en del uheldige formuleringer, f.eks. når det sies at Galilei (30) ".....tok dermed det avgjørende skrittet fra filosofisk tenkning til fysisk forskning", eller om Newton (51) at han "fortapte seg ikke i filosofiske spekulasjoner".

Dette må gi elvene et galt inntrykk av filosofiens rolle både den gang og nå. Observasjoner og eksperimenter preger naturvitenskapen fra 1500-tallet, men det betyr ikke at filosofien har utspilt sin rolle. Tvert imot. Forskning innenfor fysikk/naturvitenskap har alltid bygget på grunnleggende filosofiske forutsetninger som burde komme fram i elevenes lærebøker. Moderne fysikk har dessuten gjort filosofiske spørsmål mer og mer aktuelle.

CFF er det verket som også har mest historisk stoff knyttet til både den industrielle revolusjon og den vitenskapelige-industrielle revolusjon. ØOLJ og INS har praktisk talt ingen omtale av de to sistnevnte epokene. Vi kan finne enkelte korte historiske tilbakeblikk, men det er ikke gjort noe forsøk på å sette utviklingen av fysikken inn i en historisk ramme.

Filosofisk sammenheng

Alle verkene presiserer at fysikken stort sett opererer med målbare størrelser. Det som ikke blir sagt, er at dermed har vi avgrenset oss til utforskning av bare en del av tilværelsen. Kvaliteter og verdier faller utenfor. Dersom elevene ikke får dette klart for seg, vil de ikke få noen forståelse for at fysikk/naturvitenskap har sin klare begrensning.

"Dette overlater jeg til religionslæreren", sier noen fysikklærere. Men fysikk er nå en gang et fag med høg prestisje, og det kan bety meget for elevenes holdninger til andre fag om også fysikklæreren understreker fagets muligheter og begrensninger.

Fysikkfaget må settes inn i en riktig sammenheng i forhold til andre skolefag. Dermed kan vi oppnå at elevene får større forståelse for verdien av "myke", humanistiske fag, og for den brede allmenndannelse som den videregående skole er ment å gi.

Moderne fysikk har stilt oss overfor en rekke problemer hvor det er umulig å si med sikkerhet hva som er naturens virkelighet. Vi kan ikke observere et objekt uten å påvirke objektet. Dermed er svarene vi får helt avhengig av den iakttakelsessituasjon vi går ut fra. Dette blir presisert av CFF(215). Dermed kommer modelltenkningen inn, både med matematiske modeller og med mer konkrete, anskuelige modeller.

ØOLJ(22) sier litt om generell modelltenkning og bruken av ordet modell i forklaring av lys og i atomteorien. Idealisering og forenkling nevnes også sammen med modellbegrepet (100). Noe liknende finner vi hos INS (25 og 127). CFF omtaler ikke modellbegrepet generelt. Ordet modell blir ikke brukt i behandlingen av lys, men brukes i avsnittet om kjernefysikk.

Matematikkens betydning for

fysikken blir lite omtalt i bøkene. Det eneste er CFF(11) som sier: "Naturens bok er skrevet på et matematisk språk", men dette er svært uheldig formulert. Matematikken er et abstrakt språk som skapes i menneskers hjerne. Hvordan det kan ha seg at det passer så godt som hjelpemiddel i beskrivelse av den konkrete natur, se det kan vi bare undres over, og gjøre oss visse filosofiske tanker omkring.

Begrepet komplementaritet blir ikke brukt i lærebøkene. Det var som kjent N. Bohr som innførte dette på grunnlag av dualismen i forklaring av lysets natur. Slik som denne dualisme blir fremstilt i lærebøkene, kan elevene få inntrykk av at det bare er et tidsspørsmål, når vi fullt ut forstår lysets natur slik at vi kan erstatte de to modellene med én. Dermed får elevene ingen forståelse for noe av det viktigste i denne sammenheng, nemlig den begrensning som ligger i selve utforskningen av naturen. Resultatene vil alltid være avhengig av de spørsmål vi stiller og hvordan vi anvender våre instrumenter. Vi får håpe at forskerne i fremtiden vil skaffe seg stadig bedre innsikt i lysets natur, men begrepet komplementaritet er uttrykk for et prinsipp som alltid vil være aktuelt.

Fysikkens lover spiller en sentral rolle både i faget selv og i skolens undervisning. Men forståelsen av disse lovene krever en viss filosofisk bakgrunn som blir tatt nokså lettvint i lærebøkene. Det finnes også en del formuleringer som kan gi elevene en feilaktig oppfatning av fysikkens lovmessighet. CFF(31) sier f.eks. om Galilei og "hypotesemetoden": "Så gjør vi forsøk eller eksperimenterer for å prøve om konsekvensene stemmer med virkeligheten. Hvis....., så har hypotesen bestått prøven. Da sier vi at hypotesen er bekreftet." Her brukes ordet "bekreftet" slik at elevene må tolke det som bevis. Riktignok blir det tilføyd: "Hvis en hypotese ..... ikke stemmer med virkeligheten, så må hypotesen forkastes og erstattes av en bedre hypotese". Dette minner om falsifisering som det burde være lagt vekt på, men fremstillingen tilsammen er dårlig og misvisende. Bedre blir det ikke når det senere skrives om "Forsøk som bekrefter Newtons andre lov" (39). I omtalen av energiprinsippet blir det imidlertid presisert at "Energiprinsippet kan ikke bekreftes ved ett enkelt forsøk eller noen få typer forsøk. Energiprinsippet bygger på erfaringer som er høstet gjennom århundrer". INS bruker også ordet bekrefte på en måte som kan skape misforståelser, når de sier: "Alle forsøk bekrefter at i fritt fall har....."(37).

INS(9) sier om fysikken at "Vi forsøker å finne årsakssammenhenger og forklaringer på det vi observerer".
Men hva fysikkens lover egentlig innebærer, blir ikke omtalt.Derimot kan en få inntrykk av at en uten videre går ut fra at lovene er noe som er i naturen a priori, og som menneskene etter hvert oppdager. F.eks. sies det "At energien brukes opp, strir mot bevaringslovene i fysikken,..."(82), og også i en annen sammenheng: "Dette stemmer ikke med energibevaringsloven"(111). CFF(68) bruker også en liknende formulering i omtalen av friksjon: "Men ifølge Newtons første lov må det være annerledes". I alle disse eksemplene skulle det ha stått: Dette strir mot våre erfaringer som er kommet til uttrykk i loven om... .

ØOLJ sier ingen ting om problemene omkring lover i fysikken. Lovmessighet i fysikken kan selvsagt beskrives på mange måter. Det som må presiseres er at vi kan aldri bevise lovene. Vi kan formulere noe som gir uttrykk for våre erfaringer, men mulighetene for at det kan dukke opp et eller annet som kan falsifisere loven, må alltid være til stede.

Spørsmålet om naturens lover blir oppdaget eller oppfunnet, kan være et interessant emne for diskusjon i en klasse. Det vi vet er at lovene blir skapt av mennesker og nærmest projisert inn i naturen. Om disse lovene svarer til naturens virkelighet,kan vi aldri få et endelig svar på.

I nøye tilknytning til lovmessighet har vi begrepet kausalitet, eller årsakssammenheng. CFF(26,30) omtaler Aristoteles og Galilei i deres arbeid for å finne årsaker til bevegelse. Dette er en god illustrasjon på betydningen av eksperimentet. INS(9) bruker som sagt uttrykket "å finne årsakssammenhenger og forklaringer",når de skal si hva naturvitenskap er. ØOLJ har ingen spesiell omtale av emnet.

Spørsmålet om årsak/virkning står sentralt i all vitenskapelig tenkning. Riktignok må vi moderere våre synspunkter på kausalitet, når vi arbeider med atomfysikk, men skal våre elever tilegne seg en vitenskapelig tenkemåte, må de bli seg bevisst spørsmålet om årsakssammenheng. Her kan det være på sin plass å minne om at naturvitenskapens årsakslover ikke alltid kan overføres til humanistiske fagområder. Det er en kjensgjerning at menneskenes syn på årsak/virkning i både liv og samfunn, er sterkt preget av naturvitenskapelig tenkning, f.eks. innenfor helse og medisin, kriminalitet, økonomi osv. Dette kan føre til både fordeler og ulemper, både positive og negative resultater, som en fysikkstudent ikke burde være uvitende om. Igjen kan vi høre innvendinger som går på at dette er ikke naturfaglærerens oppgave. Ikke desto mindre er det stadig lærerens ansvar å sette naturfaget inn i en riktig sammenheng, slik at en legger forholdene til rette for elevenes forståelse for alle sider ved tilværelsen.

Samfunnsmessig sammenheng

Når vi spør etter naturvitenskapens betydning for samfunnet i vår tid, er det mange som peker på de negative sider. Rustningskappløpet med atombomber blir holdt fram som det verste eksempel, ved siden av alle former for forurensning, forgiftning og forsøpling. Det er selvsagt ikke riktig å gi forskerne skylden for alle slike uheldige sider ved vårt teknifiserte samfunn, men de har likevel vært med på å skape en negativ holdning blant folk til det som naturvitenskapen står for. – Det er en av skolens oppgave i dag å bygge opp et mer realistisk og riktig syn på naturvitenskapens betydning på alle felter i samfunnet. Et mer balansert syn på fysikk/naturvitenskap kan det være mulig å gi elevene ved å trekke inn anvendelser som er åpenbart positive. INS(181) omtaler bl.a. fiberoptikk som et godt eksempel. Også ØOLJ og CFF har en rekke korte avsnitt om tekniske anvendelser.

Men selvsagt, mulighetene for misbruk av fysikk/teknologi er nesten alltid til stede i rustningsindustri eller i profittøyemed. Det kunne være en fordel om lærebøkene inneholdt spørsmål som kunne utfordre lærer/elever til samtaler om positive og negative sider ved fysikk-forskningen.

En side ved fysikkens betydning for samfunnet som ikke er så åpenbar, men som er meget betydningsfull, er den påvirkning den øver på folks levesett, tenkemåte og holdninger. Vi har opplevd perioder med optimisme hvor det har vokst fram en overtro på de

muligheter fysikken/naturvitenskapen har for å løse problemer i samfunnet. Denne overtro er blitt forsterket ved at andre vitenskapsgrener som medisin, økonomi, sosiologi, psykologi o.a., noe ukritisk har overtatt naturvitenskapens arbeidsmåter. Dette har ført til store fremskritt, men har samtidig fjernet disse vitenskaper fra det som skulle være sentrum for virksomheten, nemlig mennesket selv.

Det teknifiserte samfunn, kombinert med en økt levestandard, har ført til en sterk økning i materiell rikdom blant folk. Ikke alle ser at for mange har dette ført til et tilsvarende tap mht syn og sans for kvaliteter og verdier på det kulturelle plan.

Vi skal ikke gå nærmere inn på denne problematikken, men bare minne om fagplanens ord om å arbeide med "....den betydning naturvitenskapen på godt og ondt har hatt for historisk utvikling og for filosofisk tenkning".

Det vil stadig være et åpent spørsmål hvor mye "kulturstoff" vi skal ta med i skolefysikken. Vektleggingen av de forskjellige emner i pensum vil vel til syvende og sist bli bestemt av læreren i klassen. Men skal "kulturstoffet" ha noen sjanser til å komme med, må det som før nevnt, omtales i lærebøkene. Det viktigste må være at man peker på problemene slik at elevene kan bli seg bevisst denne siden ved fysikk/naturvitenskap. Det kan her være på sin plass å nevne fagplanens oppfordring til samarbeid med lærere i norsk og samfunnsfag.

Alle læreverkene har med emner som går på energi og samfunn, og omtaler i den anledning også forskjellige sider ved bruk av kjerneenergi. Det er stadig CFF som har mest omfattende innføring, og som forsøker å peke på problemene for samfunnet. Ingen av lærebøkene har med noe som kan oppmuntre til samarbeid på tvers av faggrensene.

Spørsmålet om forskernes etiske ansvar burde være med i denne sammenheng. Ingen kan fraskrive seg medansvar for samfunnet og de menneskene vi lever sammen med. INS har ikke med noe stoff om dette. CFF(341) har en tilfredsstillende behandling. ØOLJ har overlatt ordet til en "gjesteprofessor"(290) som i sine tanker om etikk, trekker inn mange andre synspunkter som angår vitenskapsteori og filosofi. Dette var vel og bra, hvis det ikke var blitt fremstilt som fakta uten motforestillinger. ØOLJ kunne sikker skrevet bedre om dette emnet selv.

Konklusjon

CFF har vist de alvorligste forsøk på å få med "fysikkens kulturelle betydning", men samtidig er fremstillingen skjemmet av en del uheldige formuleringer. Dette bør rettes opp snarest. Det er også et spørsmål om ikke stoffet kunne vært gjort noe mer oversiktlig ved en viss omredigering. INS har lite stoff om "fysikkens kulturelle betydning", og ØOLJ ennå mindre. En kan få inntrykk av at disse forfatterne har lagt stor vekt på en nøktern fremstilling hvor sakelighet og objektivitet er idealet. Dette er prisverdig, men dermed kan resultatet bli en ensidig vektlegging av faget på fagets premisser. Elevene kan da lett få det inntrykk at spørsmål som angår historie, filosofi eller samfunnsforhold, er uinteressante.

Enkelte vil kanskje innvende at slike spørsmål kan overlates til den enkelte lærer som kan flette dem inn i undervisningen hvor det er naturlig. Erfaringen har vel vist at dette ikke er nok. Det som ikke blir tatt med i lærebøkene, blir ikke lagt vekt på av lærerne, og vil heller ikke bli tatt alvorlig av elevene.

Vi kan også reise spørsmålet om læreverkene er preget av forfatternes livssyn. Dette er det vanskelig å påvise direkte, men spørsmålet er absolutt av interesse. Som kjent er fysikkopplæringen i Sovjet gjennomført konsekvent ut fra et materialistisk-mekanisk syn på menneske og samfunn. Forskjellige syn hos forfatterne på humanistiske verdier og kvaliteter kan lett sette sitt preg på en lærebok, selv om dette ikke er tilsiktet. Vi skal ikke gå nærmere inn på dette her, men bare ta med spørsmålet til ettertanke.

Emnet "fysikkens kulturelle betydning" er beskrevet på en slik måte i fagplanen at det burde være en selvfølge å ta det med i lærebøkene. RVO (Rådet for videregående opplæring), har også i annen sammenheng gitt uttrykk for at emnet er alvorlig ment, og at elevene kan få oppgaver fra dette til eksamen. Til tross for dette har emnet stort sett fått en stemoderlig behandling av lærebokforfatterne. Hvordan kan det da ha seg at bøkene likevel er godkjent av RVO? Vet ikke RVO selv hva de vil legge inn i emnet? Det ser ut til å være et klart behov for en samtale mellom de berørte parter i håp om å få avklart spørsmål som er reist her.

∞

SANS – Småvinkel nøytronspredning

Olav Steinsvoll *

I løpet av de siste 20 år har småvinkelspredning av nøytroner utviklet seg til å bli et viktig hjelpemiddel i materialforsking. Ved nesten alle forskingsreaktorer i verden fins det nå utstyr for slike undersøkelser.

Småvinkel nøytronspredning SANS (Small Angle Neutron Scattering) er en metode som representerer en videreutvikling av en lenge brukt røntgenmetode (SAXS).[1] Teorien som gjelder for røntgentilfellet kan med små modifikasjoner omskrives for nøytrontilfellet.[2,3] Det skyldes likheten mellom de elektromagnetiske bølgene og materiebølgene som beskriver nøytronene. Men det er også viktige forskjeller, blant dem ting som gir nøytronspredning flere fordeler framfor røntgen.

På Institutt for energiteknikk, Kjeller har vi nå under utprøving et

* Institutt for energiteknikk, Kjeller.

instrument for småvinkel-spredning av nøytroner. Instrumentet er bekostet både av offentlige midler og av industrien, og kostnaden vil ligge mellom en og to millioner kroner. De mekaniske hoveddelene er innkjøpt fra Risø, Danmark, monokromatoren kommer fra Brookhaven-laboratoriet, og elektronikken er til dels standardkomponenter på markedet. Vi skal her kort skissere teorien for slik spredning, hva apparatet kan brukes til og deretter gå gjennom hvordan instrumentet er bygd.

Nøytron spredning ved små vinkler

I fig.1 har vi skissert geometrien for et vanlig spredningseksperiment med

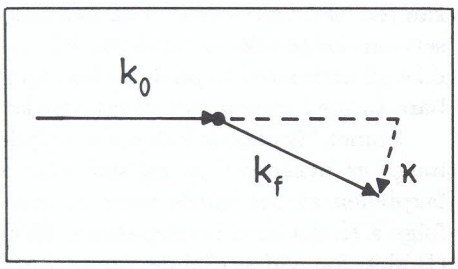


Fig. 1. Den innfallende nøytronstrålen karakteriseres av bølgetallsvektoren $\mathbf{k}_o$. Den avbøyde strålen karakteriseres av vektoren $\mathbf{k}_f$. Spredningsvektoren er da $\boldsymbol{\kappa} = \mathbf{k}_o - \mathbf{k}_f$.

nøytroner. Nøytroner med innkommende bølgetallsvektor $\mathbf{k}_0$ treffer prøven P og blir avbøyd i retning av detektoren D med endret bølgetallsvektor $\mathbf{k}_f$. Differansen mellom $\mathbf{k}_0$ og $\mathbf{k}_f$ kalles spredningsvektoren $\boldsymbol{\kappa}$

$$\boldsymbol{\kappa} = \mathbf{k}_0 - \mathbf{k}_f \qquad (1)$$

Siden $|\ \mathbf{k}_0\ | = 2\pi/\lambda$, hvor λ er bølgelengden, og vi antar $|\ \mathbf{k}_0\ | = |\ \mathbf{k}_f\ |$, finner vi videre:

$$|\ \boldsymbol{\kappa}\ | = 2\pi\phi/\lambda \qquad (2)$$

Når ϕ blir svært liten og ligger i området $0,5 \cdot 10^{-4} < \phi < 0,1$ har en med småvinkelspredning å gjøre. Ved vanlig diffraksjon av nøytronmateriebølger fra krystallinske stoff får en interferens mellom partialbølgene fra forskjellige atomer. Partialbølgenes amplitude bestemmes av nøytron-spredningslengden b. Dette er en størrelse som gir styrken av vekselvirkningen mellom nøytronene og den atomkjernen det dreier seg om. Siden atomkjernene i krystaller ligger i et ordnet mønster får en et tilsvarende ordnet spredningsmønster, altså Bragg-refleksjoner i bestemte vinkelretninger. Ved små spredningsvinkler derimot blir fasefaktoren mellom partialbølgene konstant, og derfor blir styrken av spredningen proporsjonal med midlet av den koherente spredningslengden tatt over alle atomkjernene i prøven. Dessuten blir spredningen diffus eller utsmurt.

Her får vi den første føling med en av fordelene ved småvinkelspredning, nemlig at måleresultatene kan føres tilbake til *middelverdier* tatt over prøven. Ved bruk av materialer er det alltid de midlere egenskaper som spiller inn: styrke, fasthet og elastisitet f.eks., er "bulk values". Ved å ta middelverdien av kjernespredningslengden er vi i virkeligheten gått over til å betrakte vekselvirkningen mellom nøytronbølgen og prøven som en refraksjon på grenseflaten mellom vakuum og stoff. I stedet for å betrakte de enkelte faseskift som inntrer når nøytronene vekselvirker med hver kjerne i stoffet, går vi nå over til å regne med et midlere faseskift tatt over nøytronenes totale vei gjennom prøven. Vi har altså beveget oss over i *nøytronoptikk* i motsetning til diffraksjon.[2,3] Braggrefleksjon fra krystaller er eksempel på det siste. I stedet for spredning av nøytroner bør vi gå over til å betegne prosessene som brytning eller avbøyning. I fig.2 viser vi *brytning*

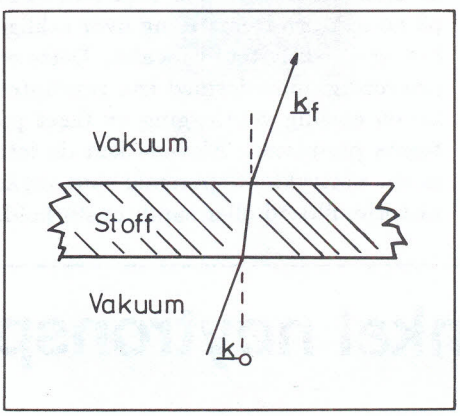


Fig. 2. Brytning av en nøytronstråle ved gjennomgang av en plate med vakuum på begge sider. Spredningsamplityden b er positiv, og strålen brytes mot innfalls-loddet.

av nøytroner gjennom et kompakt lag av stoff omgitt av vakuum. Ved overgangen til et stoff med *positiv* kjerne-spredningsamplitude brytes nøytronstrålen *mot* innfallsloddet på samme måten som for lys ved inntrengning i et optisk tettere medium. Hvert grunnstoff kan derfor tilordnes en *brytningsindeks* for nøytroner, avhengig av den koherente spredningslengden b.

En *homogen blanding* av ulike atomsorter vil også kunne karakteriseres av en brytningsindeks siden det er gjennomsnittsverdien av spredningslengdene som betyr noe. Vi kan derfor få fram ulike størrelser av brytningsindeksen for nøytroner ved å blande forskjellige atomsorter med

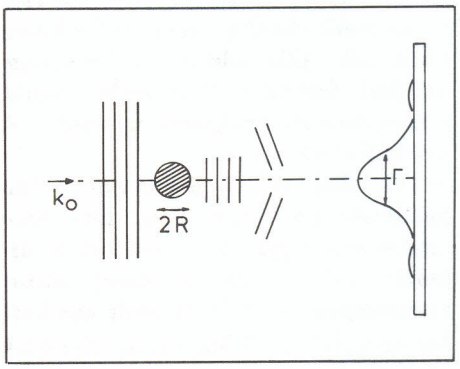


Fig. 3. Brytning av en nøytronstråle gjennom en kule med radius R_s. Den brutte strålen får en intensitets-fordeling der bredden er resiprok med størrelsen av kulen.

hverandre. Nøytronstrålen vil automatisk midle over stoffet.

Kontrastvirkning

Vi har til nå antatt vakuum i mellomrommet mellom kulene. For kuler bestående av atomer med koherent kjernespredningslengde b i et annet stoff med atomer med spredningslengde b', fås på tilsvarende måte :

$$I(\kappa) = c_p V_p (b - b')^2 exp(-\kappa^2/\Gamma^2) \qquad (3)$$

Her er c_p volumdelen av kuler (partikler) og V_p deres volum. $(b - b')$ kan kalles *kontrastleddet* siden det viser at spredningsintensiteten avhenger av hvor mye de to spredningslengdene skiller seg fra hverandre.

Formelen ovenfor gjelder også like godt for faste utfellinger i fast stoff som for hull i faste stoffer. Både "nøkkelost"- og "sveitserost" tilfellet gir spredning! Tilsvarende gjelder for molekyler eller små bobler i væsker. Dersom en bruker nøytroner med bølgelengde λ=10Å og ϕ ligger i vinkelområdet som er antydet, kan kuler eller utfellinger av størrelse opp til noen hundre Ångstrøm undersøkes. På grunn av intensitetsproblemer ved

JEEPII vil vi ha vansker med å kunne bruke bølgelengder over 6-8 Å.

Den midlere koherente spredningslengden for store organiske molekyler vil skille seg lite fra spredningslengden for et organisk løsningsmiddel eller vann. Brytningen blir da liten. En kan da utnytte det faktum at hydrogenkjerner (^{1}H) har negativ koherent spredningslengde mens deuterium (^{2}H) har positiv spredningslengde. Ved å bytte ut hydrogen med deuterium på strategiske steder i organiske molekyler, kan en øke spredningskontrasten i prøven. Med denne framgangsmåten har en f.eks. kunnet studere hvordan lange polymerkjeder krøller seg sammen i nøster i oppløsningsmidler. Andre eksempler er utfellinger av nikkel "clusters" i kopper metall (NiCu) eller kalkstein med porer. Porene kan enten være tomme eller fylt med hydrokarboner.

Totalspredningen

For samlinger av like små ellipsoider eller staver vil en kunne utlede tilsvarende formler som for kuletilfellet, men her blir det også avgjørende hvordan ellipsoideaksene ligger i forhold til spredningsvektoren $\boldsymbol{\kappa}$: Retter en inn alle ellipsoidene i prøven slik at f.eks. alle langaksene peker i samme retning, normalt på $\mathbf{k}_o$, vil en finne at brytningen blir *anisotrop* , bredden av den avbøyde strålen vil være ulik i retninger parallelt med og normalt på orienteringsretningen (se fig.4). Fra slike spredningskurver kan vi regne oss tilbake til forholdet mellom akselengdene av ellipsoidene. Spredningen avhenger altså av en orienterings-faktor O(κ,s), der s er en ordningsparameter. Store proteinmolekyler har ofte form av ellipsoider og ville kunne spre nøytroner. Småvinkelspredning er derfor blitt et viktig hjelpemiddel både i biologi og polymerkjemi.

De indre termodynamiske forhold kan atter være slik at utfellingene i seg selv danner et mønster, f.eks. ved at de forekommer med jamn innbyrdes gjennomsnittsavstand L. På samme måten som for Bragg-spredning kan en da få interferens mellom "partialbølgene" spredt fra de enkelte utfellingene. Dette gir opphav til spredningsmaksima i retninger K_1 gitt ved $K_1 \sim \pi/L$. Foruten formfaktoren $F(\kappa)$ som tar hensyn til partiklenes form og størrelse og en orienterings-faktor O(κ,s),

Guinier tilnærmelsen

La oss nå samle et antall N like atomer i en liten kule med radius R_s og beregne den brutte intensitet i framoverretningen, se fig.3. Vi antar at det er vakuum rundt kulen og at b^2 er spredningstverrsnittet pr. atom pr. romvinkelenhet. Vi finner for intensiteten I ved å sette inn i kjente spredningsformler,

$$I = d\sigma(\kappa = 0)/d\Omega = Nb^2 \qquad (1)$$

altså en forsterkning av spredningen i framoverretningen med en faktor N i forhold til det tilfellet at atomkjernene var spredd utover. Kjenner vi b^2, kan vi altså finne N og dermed få et begrep om kulens utstrekning, R_s. Men det er ikke så enkelt å måle den brutte strålen i framoverretningen for $\phi = 0$, fordi den delen av strålen som ikke blir brutt, havner i samme området. En prøver derfor å studere egenskapene til den brutte strålen like i nærheten av $\phi = 0$, og blende vekk den direkte strålen.

Når produktet $\mid \boldsymbol{\kappa} \mid \cdot R_s$ er lite ($<$ 3), kan en bruke den såkalte *Guinier tilnærmelsen.* For en samling like kuler med diameter R_s finner en for den brutte strålens oppførsel i nærheten av $\phi = 0$, altså for endelig verdi av κ;

$$d\sigma(\kappa)/d\Omega = Nb^2 exp(-\kappa^2/\Gamma^2) \qquad (2)$$

der linjebredden Γ kan skrives $\Gamma^2 = 3/R_g^2$, og videre $R_g = (3/5)^{1/2}R_s$. R_s er kulenes virkelige radius og R_g den såkalte treghetsradius ("radius of gyration"). Likningen ovenfor kan skrives

$$I(\kappa) = I_o exp(-\kappa^2/\Gamma^2) \qquad (3)$$

eller

$$\ln I = \ln I_o - (\kappa^2/\Gamma^2) \qquad (4)$$

I et Guinier-plot avsetter vi logaritmen til intensiteten vertikalt og κ^2 horisontalt. Hellingen av kurven vi da får, gir oss Γ^2 og dermed radius av kulene, mens skjæringen med y-aksen gir oss $\ln I_o$ som igjen forteller oss indirekte om antallet atomkjerner N i en kule. Det er et resiprokt forhold mellom kuleradius og bredden av spredningsintensiteten: små kuler gir stor bredde og omvendt.

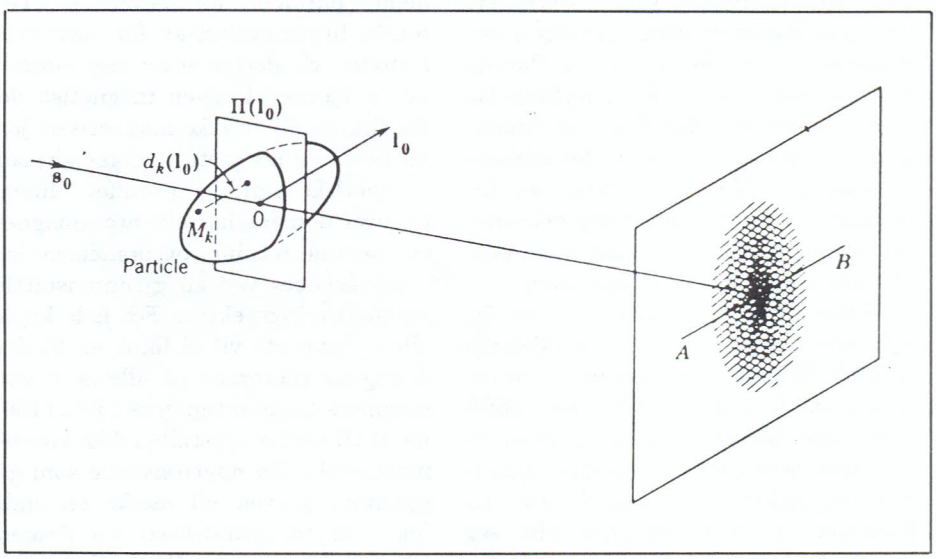


Fig. 4. For en orientert samling av ellipsoider ("sigarer") i prøven vil intensitets-fordelingen i detektorplanet bli asymmetrisk og trekkes ut i en retning normalt på den lange ellipsoide-aksen. Dette er uttrykk for resiprositeten mellom spredningsmønstret og spredningsenhetenes endelige størrelse og form i det reelle rom.

får en da i tillegg en interpartikkel strukturfaktor $S(\kappa)$. Virkningen av alle tre faktorene sammen med et kontrastledd gir det totale spredningsdiagrammets form og utseende.

På grunn av forsterkningsfaktoren som er nevnt, er småvinkelspredning en meget følsom målemetode. Den gir opplysninger om partikkelstørrelser i prøver og dermed indirekte også opplysninger om størrelsen av hulrom i en prøve, dvs. porøsiteten. I dette tilfellet er det en stor fordel at nøytronene ikke blir kraftig absorbert slik som røntgenstråling, og at en derfor finner virkelige middelverdier for forholdsvis store prøver.

Overflatestudier

Guiniers tilnærmelse gjelder bare for verdier av $(\mid \kappa \mid \cdot R_g) < 3$. For større spredningsvinkler, $(\mid \kappa \mid \cdot R_g) > 4$ gjelder Porods tilnærmelse. Han har nemlig vist at spredning-intensiteten i dette tilfellet blir proporsjonal med overflaten A av de partiklene vi sprer nøytronene fra:

$$I = 2\pi n(b - b')^2 A/\kappa^4 \qquad (4)$$

I et Porod plot setter vi av $I\kappa^4$ mot κ^2, og etter litt regning og normaliseringer kan vi finne den spesifikke overflate A_{sp} av partiklene, altså overflate pr. volumenhet (eller masseenhet) uttrykt i m^2/g. De berømte monodisperse Dynokulene f.eks. har en spesifikk overflate $A = 500m^2/g$. Formelen ovenfor gjelder for en samling av partikler med noenlunde glatte overflater. Hvis partiklene er uregelmessige i overflaten, vil en få avvik fra Porods lov. Avviket kan settes i forbindelse med prøvens overflatefraktale dimensjon. En kan videre vise at for midlere spredningsvinkler vil hellinga av intensitetskurven vs spredningsvektoren i et log-log plot gi informasjon om partiklenes volumfraktale dimensjon.

Disse forhold er viktige å vite for å kunne beregne f. eks. en oljefilms fraktale dimensjoner i sandstein (se artikkel om fraktaler i FFV for 1986). Ved disse betraktningene nærmer vi oss også *perkolasjons-begrepet* (gjennomtrengelighet). Perkolasjon og fraktaler er idéer som har vist seg svært fruktbare innenfor oljeforskingen. Virkningen av forskjellige utdrivningsmetoder kan altså studeres på steinprøver ved hjelp av nøytroner, se fig. 5. Uten ekstra utdrivning vil en bare kunne få ut opp til 30% av oljen i

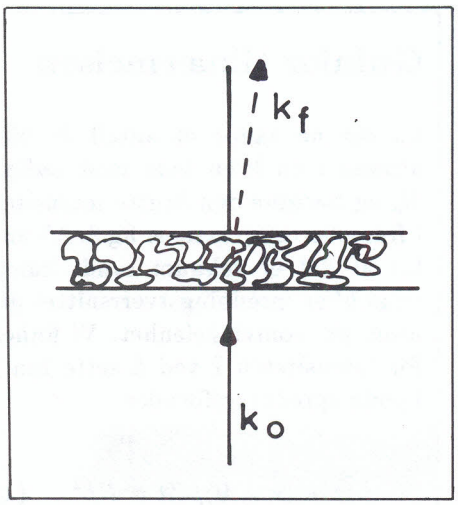


Fig. 5. Sandstein med porer fylt med olje. Spredningsmønstret bak prøven gir opplysninger om den fraktale dimensjonen av oljefilmen.

et felt. Noen prosents høyere uttappingsfaktor for feltene i Nordsjøen kan bety milliarder for Norges statskasse.

Magnetisk spredning

Nøytroner har også magnetiske egenskaper som vi kan dra nytte av ved småvinkelspredning. Hvert nøytron er en liten magnet, og i tillegg til spredning fra kjernen, vil spredning også skje fra eventuelle magnetiske moment hos atomene i prøven. Den magnetiske spredningslengden, p, vil være avhengig av størrelsen av det magnetiske moment for atomslaget, og fortegnet avgjøres av retningen av nøytronets moment i forhold til atomenes moment (parallell, antiparallell). Den totale brytningsindeks for nøytroner i stoffet vil derfor sette seg sammen av en kjernedel og en magnetisk del. En énkrystall av ikke-magnetisert jern vil bestå av magnetiske doméner; små magnetiske områder i stoffet. Innenfor hver doméne har alle atommagnetene samme retning, og doménene kan karakteriseres ved en gjennomsnittlig magnetiseringsvektor. For hele krystallen under ett vil vi finne en lik fordeling av vektorene på alle de 6 lette magnetiserings-retningene i jern (100). Utad vil derfor krystallen ikke vise seg magnetisk. En nøytronstråle som går gjennom prøven vil merke en endring i brytningsindeksen fra doméne til doméne, og strålen vil bli avbøyd på samme måten som vi har behandlet ovenfor. Størrelsesfordelingen av doménene i et ikke-magnetisert, magnetisk stoff kan derfor analyseres. (Ved å *magnetisere* et stoff påfører en stoffet et makroskopisk moment ved en irreversibel innretning av alle doménenes magnetiseringsvektorer. Stoffets magnetisme er da merkbar utad.)

Komponenter av et SANS-instrument

Den kalde moderatoren

Skal vi ha håp om å måle spredning ved små vinkler fra en prøve, må vi nødvendigvis starte med en intens, smal nøytronstråle med liten vinkelspredning.[4,5] For å forhindre multippel Bragg-spredning bør dessuten nøytronenes bølgelengde være lengre enn den korteste atomplanavstand i stoffet som skal undersøkes. Siden disse avstandene ligger i området 1-2 Å, bør en bruke nøytroner med bølgelengder på 5-10 Å. Av likning (1) ser vi også at for gitt κ blir avbøyningsvinkelen ϕ større når λ øker. Dette betyr at de brutte nøytroner kommer lenger bort fra den direkte strålen, og at spredningsdetaljene blir smurt ut over et større område. Instrumentets oppløsningsevne øker derfor med bølgelengden. For en vanlig forskingsreaktor kjølt med vann på ca. 45 grader celsius, er nøytronspektret i reaktoren rikest på nøytroner med bølgelengde rundt 1,8 Å. For å øke strålens innhold av nøytroner med lange bølgelengder gjør en et triks ved å la nøytronene modereres ytterligere i en beholder med flytende hydrogen. Hydrogenet har da en temperatur på 20 Kelvin, og nøytronspektret vil toppe seg rundt 2,5 Å. Figur 6 viser hvordan et "hardt" nøtronspektrum fra reaktoren blir bløtgjort av den kalde moderatoren. En får altså en betydelig intensitetsøkning for lange bølgelengder. En slik *kald moderator* fins allerede innebygd i en av strålingskanalene i reaktoren på Kjeller. Instrumentet er defor plassert ved utløpet av denne kanalen.

Monokromator og kollimering

For å bli kvitt nøytroner med korte bølgelengder ($\lambda < 4$Å) sendes strålen gjennom et filter – med berylliumkrystaller – avkjølt med flytende nitrogen. Deretter blir nøytroner av passende lang bølgelengde utskilt ved å Bragg-reflektere strålen fra en såkalt "multilagskrystall" (monokromatisering). I vårt tilfelle består den av en glassplate ca. 50 cm lang der en har

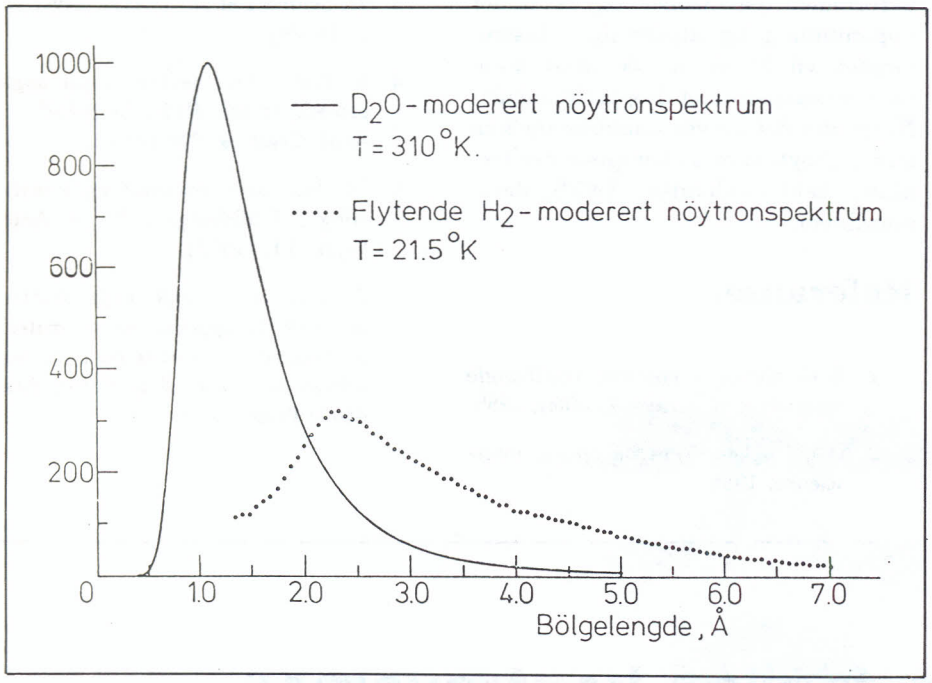


Fig. 6. Fullt opptrukket kurve viser nøytronspektret fra reaktoren etter vanlig moderasjon i tungtvann. Stiplet kurve viser nøytronspektret etter ytterligere moderasjon i en kald moderator med flytende hydrogen.

dampet på mange vekselvise lag av metallisk nikkel og titan med lagtykkelser på 70 Å. Under en glansvinkel på et par grader vil en da få reflektert en nøytronstråle som bare består av nøytroner med den ønskete lange bølgelengden. For å få liten vinkeldivergens i strålen vil en avgrense den ved hjelp av kollimatorer ("vinduer") av borplastikk og cadmium. Begge stoffene er grådige absorbatorer av nøytroner. Dessuten vil en nytte seg av avstandseffekten. I praksis vil dette føre til en avstand på flere meter mellom stedet der strålen blir formet og har sitt utgangspunkt og prøveholderen. For å optimalisere intensitet og kollimering samtidig vil en nytte samme avstand mellom prøven og nøytrondetektoren som mellom inngangskollimator og prøven. Den totale lengden på instrumentet blir derfor 8 til 10 meter. Heldigvis er reaktoren plassert asymmetrisk i reaktorhallen til JEEPII slik at vi får plass til nøytron-flygebanen på den ene siden av reaktoren.

To-dimensjonal detektor

For en sirkulær inngående stråle mot prøven og isotrop spredning vil den avbøyde intensiteten fordele seg etter et visst mønster innafor en romvinkelkonus i framoverretningen bak prøven. Det er derfor en fordel å bruke en nøytrondetektor som har todimensjonal følsomhet, altså en flat plate. Slike 2D-detektorer består gjerne av to nettverk av parallelle metalltråder i et flatt kammer fylt med ^3He gass. Nettverkene ligger normalt på hverandre. Når et nøytron blir absorbert av en ^3He kjerne, spaltes kjernen i en ladd tritium-kjerne og et proton. Disse partiklene ioniserer gassen som i en Geiger-teller. Det ligger en spenning mellom trådene og veggene, og minusladningen kommer raskest fram til anodetrådene. En ladnings-puls opptrer også på katodetrådene som ligger nærmest der absorbsjonen fant sted på grunn av influenseffekt. En kan nå måle stigetiden av pulsene på nettverkene og i tillegg ta en energi og samtidsutskilling av pulser. På denne måten kan en tillegge absorbsjons-hendinga $X - Y$ parametre der nøyaktigheten er noen millimeter. Vår pixel er $6.3 \times 6.3 mm^2$.

For å minske nøytrontapet i luft må en la nøytronstrålen både før og etter prøven gå i vakuum. En tykk nøytronskjerm rundt disse vakuumkamrene vil hindre uønskete nøytroner fra reaktoren og nærstående spektrometre i å lage bakgrunnsstøy.

Figur 7 viser en grov skisse av et apparat for småvinkelspredning av nøytroner. Vi har tenkt oss telleren oppdelt i følsomme enheter med utstrekning d. Usikkerheten i nøytronenes posisjonsbestemmelse bør være av samme størrelse som de andre elementene som bestemmer oppløsningen.

Automatikk og databehandling

En lokal PC vil kjøre instrumentet. Den vil ta hånd om posisjonsparametrene til de avbøyde nøytronene fra detektoren; intensitetsdataene vil bli lagret, vist fram på en skjerm og bearbeidet videre for å tilpasses formler av typene beskrevet ovenfor. Den vil også styre prøveholderen og overvåke og styre diverse ekstrautstyr ved prøven, slik som magneter, ovner,

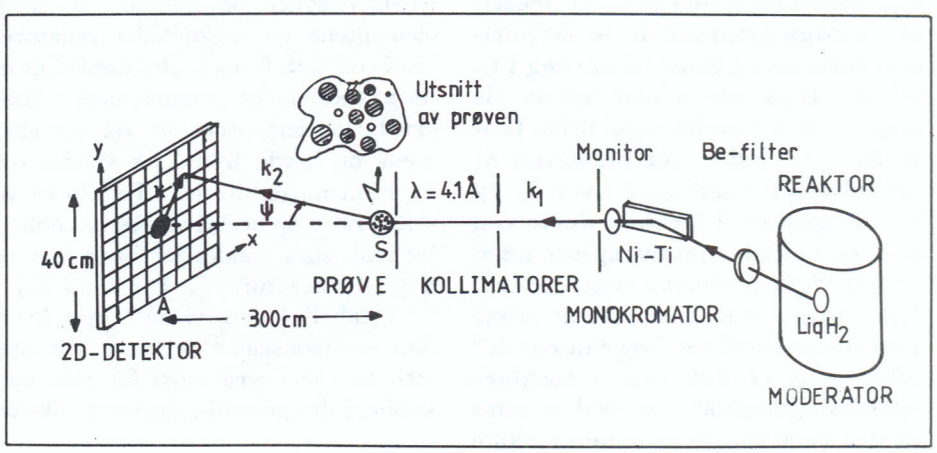


Fig. 7. Skjematisk prinsipp for SANS– instrumentet på IFE, Kjeller. Nøytronene fra reaktoren blir ytterligere moderert i en kule som inneholder flytende hydrogen, H_2, og passerer et nedkjølt beryllium filter, Be, før de blir reflektert fra en multilagskrystall, Ni – Ti. Deretter går de gjennom et sett av kollimatorer før de treffer prøven, S. Nøytronene som blir spredd fra prøven, fanges opp av en todimensjonal detektor som tillegger hvert innfanget nøytron et sett koordinater (x, y), først i analog form og siden i digital form. Spredningsmønsterets form forteller f.eks. om de porøse egenskapene til prøven. En nøytronabsorbator, A, blender vekk den direkte, ikkespredde nøytronstrålen.

kryostater osv.. De største beregningene vil foregå ved at dataene overføres til en større regnemaskin. I det tilfellet vil den lokale datamaskin virke som en terminal. Nøytronsmåvinkelspredning kan altså bli et viktig hjelpemiddel for kondenserte fasers fysikk i Norge. Vi har pekt på hva SANS-målinger kan gi av nyttig informasjon for grunnforsking i fysikk, metallurgi og biologi.[5,6] Men det er også viktige bruksområder innen anvendt forsking, f.eks. i oljeindustrien og sveiseindustrien. Vi håper derfor å få brukere fra alle forskningsmiljøer. Instrumentet er allerede montert i reaktorhallen på Kjeller og er under opptrimming og utprøving. Instrumentet vil bli en av de mest kompliserte eksperimental-oppstillingene i Norge der det kreves samvirke mellom mange høyteknologi-komponenter (reaktor, kald moderator, SANS, datamaskiner).

Referanser

1. A. Guinier og G. Fournet, *Small angle scattering of X-rays*, J. Wiley, 1955.
2. D.J. Hughes, *Neutron optics*, Interscience, 1954.
3. W. Schmatz et al., J. Appl. Cryst. **7**, 96 (1974).
4. K. Ibel, "The neutron small angle camera at the HFR, Grenoble", J. Appl. Cryst. **9**, 296 (1976).
5. "4. Int. conf. on small angle scattering", Gatlinburg, 1977, J. Appl. Cryst. **11**, (1978).
6. G. Kostorz, "Small angle scattering and its applications to materials science", i *Treatise on materials science and Technology Vol 15*, Academic Press, 1979.

∞

MAGNETISME – Nye modeller, faglige kontroverser

Olav Steinsvoll *

Hva skjer i de magnetiske 3d–metaller over Curietemperaturen T_c? For få år sida var det en heftig faglig kontrovers mellom de store nøytronspredningslaboratoriene i Oak Ridge, Grenoble og Brookhaven om hvordan det diffuse paramagnetiske spredningsmønsteret fra de metalliske elementer Fe, Co og Ni så ut og hvordan det skulle tydes.[1] Av historiske og kanskje også prestisjemessige grunner delte eksperimentatorer og teoretikere seg i to leirer. Den ene leiren hadde alt lenge (10 år) syslet med ulike teoretiske modeller der en antok at spinnbølger eksisterer over T_c og der en prøvde å forklare dette ved å anta såkalt massiv spinn nærorden, "giant short range order". Den andre leiren antok at disse metallene oppfører seg "normalt" eller som ventet ved å forklare spredningsmønsteret ved å anta at det bare finnes uordnede lokale magnetiske momenter og ingen spesiell nærorden i temperaturområdet over T_c. Denne modellen gir ikke rom for spinnbølger.

*IFE, Kjeller.

Magnetitt, Fe_3O_4, er det lengst kjente magnetiske materiale, en magnetisk isolator som kalles ferritt. Allerede i oldtida ble biter av stoffet brukt som kompass. Seinere ble de magnetiske egenskapene til de metalliske elementene jern, kobolt og nikkel også oppdaget sammen med legeringer av disse metallene innbyrdes og med andre metaller. De sjeldne jordartselementene er også magnetiske metaller. Noen oksyder og sulfider av disse elementene er magnetiske isolatorer (EuO og EuS f.eks.). Det merkelige er nå at teorien for magnetismen i disse eksotiske elementene er vel utviklet, mens de lærde fremdeles strides om hvordan magnetismen i Fe, Co og Ni skal forstås og beskrives med en enhetlig teori som gjelder for både lave og høye temperaturer ($T < T_c; T > T_c$).

I tabell 1 har vi satt opp hvordan elektronskallet 3d blir fyllt opp ettersom vi beveger oss fra jern mot kobber i det periodiske system. Skallet kan maksimalt oppta 10 elektroner og er fullt ved kobber. Vi har dessuten ført opp Curietemperaturen T_c og atomenes magnetiske moment m_B i Bohrmagnetoner. Hunds regel kan til en viss grad forklare størrelsen av de magnetiske momenter idet den sier at elektronspinnene slår seg sammen for å gi atomene maksimal multiplisitet. For metallisk Fe f.eks. fås spinnordningen ↑↑↑↑↑↓. Netto 4 parallelle spinn skulle altså gi 4 m_B for jernatomet. Denne verdien finner en igjen hos Fe^{++} ionene i magnetitt, men hos jernatomene i metallisk form finner en verdien 2.2, altså bare omlag halvparten. Dessuten ser en at det magnetiske moment har ikke-heltallig verdi. Det samme finner en for de magnetiske momenter i metallisk Co og Ni.

TABELL I

	$_{26}$Fe	$_{27}$Co	$_{28}$Ni	$_{29}$Cu	Fe^{2+}	Fe^{3+}
Skall 3	$3d^6$	$3d^7$	$3d^8$	$3d^{10}$	$3d^6$	$3d^5$
Skall 4	$4s^2$	$4s^2$	$4s^2$	4s	0	0
T_c(K)	1043	1130	633			
m_B	2.2	1.7	0.6		4	5
Type	ferro	ferro	ferro	umagn.		

Heisenberg- og Stoner-modellene.

I femti år har to ekstreme modeller hatt vekslende popularitet for å forklare magnetismen i faste stoffer, nemlig Heisenberg-modellen og Stoner-modellen. Den førstnevnte er den mest intuitive modellen og anser hvert atom som bærer av et magnetisk moment, som altså er lokalisert. Momentene påvirker hverandre via Heisenberg vekselvirkning. Dette legger grunnlaget for Weiss' molekylærfeltteori. Fra denne kan en regne ut en Brillouin funksjon for temperaturavhengigheten til det makroskopiske moment innenfor en doméne. Størrelsen av de enkelte atomenes moment endrer seg ikke;det blir bare mere og mere uorden i systemet. Ved $T = T_c$ peker vektorene tilslutt i alle retninger pga de termiske eksitasjoner (se Fig. 1a), og det makroskopiske moment blir null. I nærheten av T_c finner en at magnetiseringen lyder loven $M \sim \epsilon^\beta$ der $\epsilon = (T_c - T)/T_c$ er den reduserte temperatur og $\beta = 0.33$. I nærheten av $T = 0$ går magnetiseringen som $M \sim T^{3/2}$. Den siste loven kan en finne teoretisk ved å innføre de elementære magnetiske eksitasjoner som kalles spinnbølger. Det er kollektive magnetiske eksitasjoner i spinnsystemet for det faste stoffet. Verdien for eksponentene β for ϵ i nærheten av T_c er i tråd med det en finner fra teorien for kritiske systemer ved en annen ordens overgang.

Stoner-modellen tar opp i seg flere fakta bl.a. at de magnetiske elektronene har en vandrende karakter og helt sikkert tar del i Fermiflaten. Dette har en sett både ved ledningsevne– og varmekapasitetsmålinger. Derfor blir ledningsbåndet 4s og 3d båndene samkjørt i én båndmodell. Hvert bånd blir splittet opp i to, ett for spinn opp og ett for spinn ned. En ser så på om det er energetisk fordelaktig at spinn "opp" båndet forskyver seg energetisk nedover i et lite ytre felt(som har "opp" retning). Samtidig flytter elektroner over fra "ned" til "opp" båndet, de øker sin bevegelsesenergi, men får lavere potensiell energi. Totalt går denne båndforskyvningen så langt at det ikke blir mer energi å vinne, se fig. 2. For nikkel ender en opp med at 3d4s "opp" båndet har 4.4 elektroner. Derved fås 0.6 elektroner i overskudd som forklarer Ni momentet.

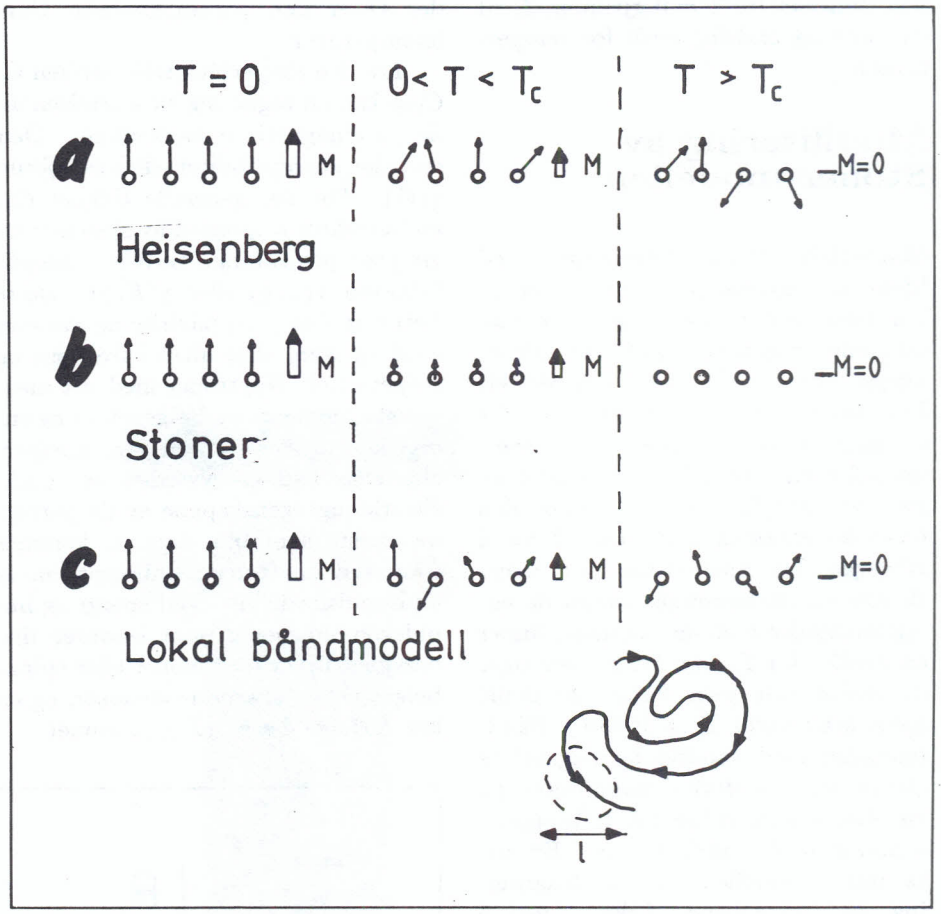


Fig.1. Momentanbilder av atommomenter og makroskopisk magnetisering for ulike temperaturområder for tre selvbekreftende magnetismemodeller:
a) Heisenbergmodellen: Atommomentene bevarer sin størrelse uavhengig av temperaturen og den makroskopiske magnetiseringen.
b) Stonermodellen: Atommomentene minker ved temperaturøkning, i takt med magnetiseringen, og blir null ved Curie-punktet.
c) Lokal båndmodell: Det fins et helt spektrum av atommomenter avhengig av styrken på den lokale magnetiske nærordning (eller omvendt !). Den lokale nærordning finnes også over Curie- punktet.

Tilsvarende fås for Fe: antall opp elektroner 4.7 og ned 2.4. Derved 2.3 i overskudd i den ene retningen. Fra Stoner-modellen finner en også en slags Brillouinkurve for temperaturoppførslen. I takt med temperaturen justerer båndforskyvningen seg, og ved T_c er den null. Over T_c skulle det så ikke være noen magnetiske momenter igjen i stoffet, se fig. 1b. Fra nøytronspredningseksperimenter over T_c vet en imidlertid at dette er feil, vi finner paramagnetisk spredning fra de magnetiske metallene som fra et stoff der en har lokaliserte magnetiske elektroner. Det er som om Heisenbergmodellen begynner å gjelde igjen over T_c. Dette paradokset har en levd med ganske lenge innenfor magnetismen. For magnetiske isolatorer gjelder Heisenbergteorien helt fortreffelig, men for magnetiske ledere har en altså ikke hatt noen skikkelig modell som dekket

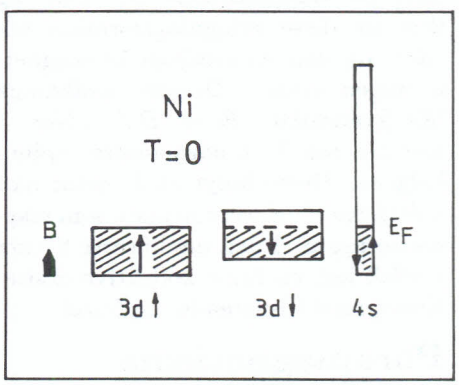


Fig.2. Selvbekreftende ("self consistent") forskyvning av ledningsbåndene for opp og ned spinn 4s og 3d elektroner inntil energigevinsten blir null i et antatt lite ytre magnetisk felt. Opp-spinn båndet får et overskudd av elektroner (spinn) som tilsvarer midlet av de lokale atomære magnetiske momenter i stoffet. Disse setter igjen opp et makroskopisk moment som tilsvarer det ytre feltet vi antok i starten.

hele området fra $T = 0$ gjennom T_c til en vilkårlig endelig verdi for temperaturen.

Modifisering av Stoner-modellen

Magnetiske formfaktormålinger ved hjelp av nøytronspredning under T_c har også vist at de magnetiske momentene er gánske lokaliserte slik en kunne vente av elektroner i 3d skallet. Det samme finner en over T_c for de magnetiske metallene. I Stoner-modellen vil båndsplittingen kunne tas som et uttrykk for kT_c, altså den termiske energien som skal til for å ødelegge den magnetiske ordningen. Bruker en de teoretisk beregnede energiforskjeller mellom båndene, finner en verdier for T_c som langt overstiger de målte (for jern finnes 20 000K mens målt verdi $T_c = 1043$K). Båndmodellen med vandrende magnetiske elektroner må derfor modifiseres på en eller annen måte for å bringes i samsvar med virkeligheten. En må ta inn i modellen en viss lokalisering av elektronene, f.eks. ved å bruker Wannierfunksjoner i beskrivelsen. Dessuten må delvis lokaliserte momenter kunne bestå også over T_c.

I den teoretiske modellen med lokaliserte magnetiske elektroner kan en lett få fram kollektive magnetiske eksitasjoner, altså spinnbølger. Det er koblede transverselle svingninger av spinnvektorene. Ved økning av temperaturen blir flere og flere av disse svingningsformene anslått, og den makroskopiske magnetiseringen avtar. Dispersjonslikninga blir kvadratisk, $E = Dq^2$. Når vi nærmer oss T_c renormaliseres spinnbølgene. Dette betyr at D avtar mot null ifølge ϵ^β på samme måte som magnetiseringen. I den modifiserte Stoner modell kan en finne kollektive eksitasjoner med tilsvarende oppførsel.

Paramagnetisme

Det knytter seg derfor stor interesse til undersøkelser av magnetismen i metaller for temperaturer over T_c, i det såkalte paramagnetiske området. Vi har allerede nevnt kritisk spredning av nøytroner nær T_c. Ved statiske susceptibilitetsmålinger finner en samsvar med Curie-Weiss loven

$$1/\chi = (T - \Theta)/C_{CW}.$$

der Θ er den paramagnetiske Curietemperatur.

Fra den eksperimentelle verdien av C_{CW} kan en regne seg til størrelsen av de paramagnetiske momentene. Den statiske susceptibilitet skrives gjerne $\chi(O)$. For det generelle tilfellet der en betrakter responsen av systemet på en ytre påvirkning, skrives susceptibiliteten $\chi(\omega, q)$ eller $\chi(E, q)$. Dette betyr at den ytre påvirkning varierer i tid og rom, eller altså i frekvens og bølgevektor. Nøytronet med sitt magnetiske moment, sin bølgevektor og energi kan brukes som en ytre forstyrrelse som kan gi systemet et spark. Etterklangsegenskapene av de perturbasjonene som blir dannet, kommer fram ved nøytronspredningens energi og impulsfordeling. Ved energi og impulskombinasjoner som tilsvarer dispersjonskurver for fononer eller spinnbølger får en skarpe resonanser, og en kan forfølge disse i (E, q) rommet.

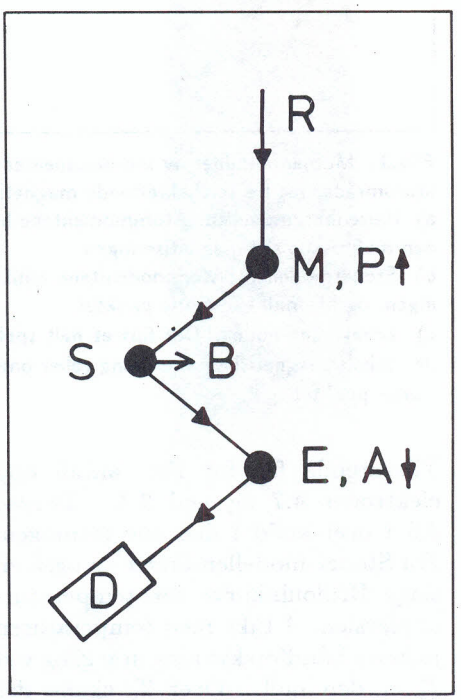


Fig.3. Skjematisk fremstilling av treakse–spektrometer i såkaldt W–innstilling for polariserte nøytroner. Monokromatoren (M, P) plukker ut nøytroner med bestemt energi og polarisasjon fra reaktorspektret og skyter dem så mot prøven S. Energien og polarisasjonstilstanden for de spredde nøytroner fra prøven analyseres ved hjelp av en ny spredningsprosess (E, A) før de telles opp av detektoren D. Et lite felt, H, over prøven vrir polarisasjonsvektoren parallelt med spredningsvektoren. Magnetisk spredning kjennetegnes ved at den induserer såkalt spinn–flipp hos de angjeldende nøytronene, og intensiteten betegnes I^{+-}.

Nøytronspektrometre

Slike undersøkelser gjøres gjerne med et treakse nøytronspektrometer,fig.3. Instrumentets transmisjonsevne eller oppløsning i (E, q) rommet blir en ellipsoide, og ved å spille på alle frihetsgradene i oppstillingen kan denne ellipsoiden føres parallelt med enten energiaksen (ω eller E) eller q-aksen, se fig. 4. Hvis de kollektive eksitasjonene (fononer, magnoner osv) utgår fra $E = 0$, $q = 0$, kalles de akustiske, og kurven har en viss helling. Ettersom oppløsningsellipsoiden også har en viss helling, vil en ved å føre ellipsoiden parallelt med energiaksen for en konstant q–verdi, få en heftig men "kortvarig" vekselvirkning mellom instrument og prøve. Den blir særlig heftig hvis det er lik helling. Ved særlig bratte dispersjonskurver vil hellinga være forskjellig for instrumentets oppløsningsfunksjon og dispersjonskurven, men resonansen vil da bli skarpest dersom en fører ellipsoiden parallelt med q–aksen for konstant energiutveksling.

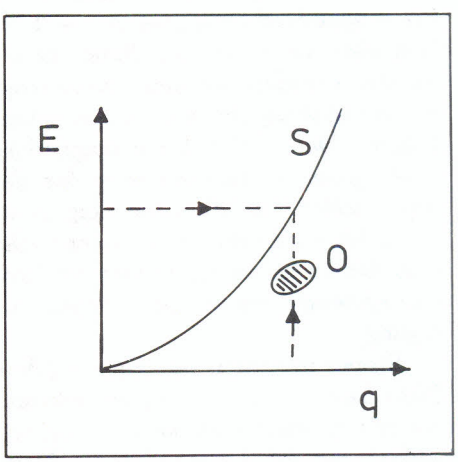


Fig.4. En dispersjonskurve, S, for spinnbølger er tegnet inn i energi(E) – impuls(q) – rommet som her er antatt todimensjonalt. Et nøytronspektrometers evne til å undersøke foreteelser i dette rommet kjennetegnes ved en såkalt oppløsnings–ellipsoide (O). En endring av vinkelene i W- innstillingen tilsvarer at ellipsoiden flytter seg i E, q–rommet. Ellipsoiden kan føres langs bestemte baner i dette rommet ved å legge inn matematiske bindinger mellom vinklene ved hjelp av datamaskiner: en kan f.eks. føre den langs en konstant q– verdi, parallelt med E–aksen ("konstant-q sveip") eller parallelt med q–aksen ("konstant-E sveip"). I dette tilfellet betegner E nettoenergi-utvekslingen mellom nøytroner og prøve. Når ellipsoiden omslutter dispersjonskurven, får en resonans, og nøytronene når fram til detektoren.

Spinnbølger over T_c

For omlag 15 år siden gikk det en sensasjon gjennom magnetismeverdenen. Det ble meddelt fra Oak Ridge at spinnbølgeeksitasjoner var sett ved nøytron spredning over T_c for metallene jern og nikkel.[2] En hadde studert spinnbølgedispersjonskurven med konstant energimetoden mens en varmet opp énkrystaller av disse metallene fra temperaturer under T_c og til 1.05 T_c. En tydelig intensitetsrygg sto fram i diagrammet,også for den høyeste temperaturen. Ettersom en nærmet seg T_c,flyttet ryggen mot høyere q–verdier: spinnbølgene renormaliserte og ble "bløtere". Men en tydelig intensitetsrygg sto fram i diagrammet, også for den høyeste temperaturen, langt over T_c, omlag på samme sted som under T_c.. Dette ble tydet som en resonanseffekt mellom nøytroner og vandrende spinnbølger.

Magnetisering som snor og bukter seg

For å kunne forstå at det dannes spinnbølgeeksitasjoner med vandrende karakter måtte en anta at det fantes magnetisk orienterte områder av en viss størrelse λ også over T_c slik at eksitasjoner med bølgelengder fra $\lambda = l$ og nedover kunne propagere. Denne tanken ble grepet begjærlig av teoretikerne, og det har oppstått flere skoler ettersom hvilket utgangspunkt som er blitt valgt.[3] Modellene har fått navnet "local band theory", "fluctuating band theory" eller "giant short rangeorder". Det antas at de to spinnbåndene bevarer sin splitting også over T_c slik at det må finnes små områder med et makroskopisk magnetisk moment. Disse virker som lokale kvantiseringsakser. Videre antas en spesiell buktende og vridende nærorden slik at den makroskopiske magnetiseringen blir null, men likevel slik at spinnbølgeeksitasjoner kan dannes. Båndsplittingen blir først null ved svært høye temperaturer, og da eksisterer heller ikke de lokale momenter lenger, se fig. 1c. Modellene erkjenner at det finnes kritiske fluktuasjoner av magnetiseringen i nærheten av T_c med tilhørende nærorden, men langt over T_c er det bare den nye "ormliknende" nærorden som er framherskende.

Med disse modellene skulle en få følgende bilde av de magnetiske eksitasjoner like over T_c: For små q–verdier har en diffuse eksitasjoner sentrert rundt energi lik null. Fra en bestemt q–verdi ($q = 2\pi/\lambda$), skulle en så ha vandrende spinnbølger med en dispersjonskurve, slik at den kan ses ved hjelp av nøytronspredning ikke bare ved konstant energi–sveip, men også ved konstant q–sveip.

Innvendingene mot tydningen av Oak Ridge målingene var nemlig at en pga steilheten av den såkalte dispersjonskurven bare hadde målt og observert intensitetsrygger ved hjelp av konstant-energi utvekslings-metoden. Dessuten var det ikke tatt spesielle forholdsregler for å plukke ut den magnetiske spredningen fra all bakgrunnsspredningen av forskjellig opprinnelse.

Polariserte nøytroner

Vi har sett ovenfor at en kan adskille ulike nøytronspredningsformer ved å måle resonansenes vinkel (impuls,q) og frekvens (energi,E eller ω) forhold og forfølge disse i E, q–rommet. Ved magnetisk spredning av nøytroner kan vi i tillegg til rom/tids informasjonen også trekke inn nøytronenes polarisasjonsforhold for å ta fullstendig vare på informasjonsinnholdet i den spredde strålen. Derved kan en adskille magnetisk spredning uten tvetydighet fra alle andre spredningsformer. Spektrometret eller måleprosessen virker da som et filter der den magnetiske komponenten i spredningen er den eneste som slipper gjennom. Nøytronstrålen fra reaktoren blir derfor først monokromatisert og polarisert før spredningsprosessen, se fig. 3. Deretter plukker en analysator ut de spredde nøytroner som har fått snudd polarisasjonsvektoren ved vekselvirkningen med prøven. Dessuten legger vi et lite magnetfelt B over prøven, parallelt med spredningsvektoren. La oss kalle denne intensiteten I_1^{+-}. Filteret skiller da generell magnetisk spredning fra koherent kjernespredning slik som fononer og Braggspredning. Under disse forhold kommer likevel spinn inkoherent spredning gjennom filteret. Neste kunstgrep er å rotere det svake magnetfeltet til det står vinkelrett på spredningsvektoren og atter måle intensiteten I_2^{+-}. Den magnetiske komponent er nå den eneste som da vil variere i styrke. Trekker vi de to intensiteter fra hverandre, sitter vi bare igjen med en viss brøkdel av den totale magnetiske komponent (=1/3), men vi er helt sikre på dens opprinnelse. De metoder som for tiden står til disposisjon for polarisasjon og analyse av nøytronpolarisasjon er svært ineffektive slik at denne slagkraftige metoden bare er utbredt ved de kraftige forskningsreaktorene i Grenoble, Brookhaven og Oak Ridge. Forskerne i Grenoble var de første til å bruke en energi–integrerende utgave av metoden til å undersøke nettopp den paramagnetiske spredning fra de ferromagnetiske metalliske elementer Fe, Co, Ni.[4] Så fulgte Brookhaven opp med å analysere spredningen mer i detalj i E, q- -rommet.[5] Til slutt er Oak Ridge laboratoriet kommet til med en enda mer følsom oppstilling enn disse to igjen.[6]

Spinndynamikk over T_c

Forskerne i Grenoble fant at den magnetiske spredningen fra elementene toppet seg i framoverretningen og rundt Braggretninger. Dette ble antatt å være en småvinkel sprednings effekt. Vinkelbredden på toppene i framoverretningen ble derfor tydet som omvendt proporsjonal med størrelsen av eventuelle utstrakte områder med nærorden. I følge Grenoble burde disse derfor ha størrelse 15–20 Å. De mente også at toppenes temperaturoppførsel og form var i samsvar med modellene for "giant shortrange order". På grunn av integreringen over energi kunne de ikke se resonanser (spinnbølgekurver).

De følgende målinger i Brookhaven på nikkel viste den detaljerte intensitetsfordeling i E, q–rommet.[5] Det ble ikke oppdaget noen spesiell intensitetsrygg med dispersjon som kunne settes i forbindelse med spinnbølge fenomener over T_c. Ved summasjon av intensiteter langs konstant q sveiper kunne en få fram data som direkte kunne sammenliknes med integrasjonsmålingene i Grenoble for spredning i framoverretningen og rundt Braggvinkeler. Kurveformen var Lorentzisk, og kurvebreddene for ulike temperaturer var i samsvar med skalerte verdier av den inverse korrelasjonslengden κ_1 for kritiske fluktuasjoner.

En kunne også tilpasse et produkt av to Lorentz-funksjoner L_1 og L_2 til primærdataene.[7] For intensitetsmålingene fikk en altså en fordeling gitt ved:

$$I(E, q) \sim L_1(q) \cdot L_2(E)$$

Dette er i samsvar med teorien til van Hove for kritiske magnetiske fluktuasjoner og spredning fra slike stoffer.[8] Ingen nye nærordningsfenomener synes å opptre. I følge Brookhavens oppfatning ser spinndynamikken over T_c derfor ut til å preges fullt ut av spinndiffusjon som har en energifordeling sentrert rundt energi null. Ved å bruke skaleringslover for kurvebreddene kunne intensitetsfordelingen modelleres over et stort temperaturområde. Tilsvarende resultater ble seinere funnet for metallisk jern.

I Oak Ridge ble det satset mye på å forbedre oppløsningen og nøyaktigheten i tilsvarende målinger. Bedre polarisatorkrystaller, kollimering og større én-krystaller har gjort det mulig å innhente Brookhavens forsprang. Deres siste målinger på nikkel [9] viste svake intensitetsmaksima i konstant-q sveip som de tydet som spinnbølgeeffekter. Dette ble raskt imøtegått av forskerne i Brookhaven som påviste at et uanselig ledd i formlene kunne gi svake intensitetsmaksima både for konstant–q og konstant–E sveip uten at det behøvde å ha noen sammenheng med spinnbølge–eksitasjoner.[10] Nye måleresultater og tydninger av disse fra begge leirer har altså bølget fram og tilbake i over 5 år!

Spinnbølger over Curie–punktet, en realitet eller fysikk på avveier?

Vi må kunne si at situasjonen nå er avklart når det gjelder eksistensen av spinnbølger over T_c. En antar nå at en ved nøytronmålinger ikke finner bevis for vandrende spinnbølger over T_c for de tre magnetiske 3d metallene, Fe, Co og Ni. Dessuten er det utviklet båndmodeller for disse metallene for temperaturer over T_c som ikke bygger på eksistensen av utstrakt nærorden og derved mulighet for spinnbølger. Modellene forutsier en intensitetsfordeling i (E,q)–rommet som er svært lik en dobbel Lorentz-fordeling. Ved visse parameterverdier får en også et "tilbakeløp" av spredningskurvene slik at en ved konstant q–sveip ville se intensitetsmaksima for en endelig energiverdi, se fig. 5. Disse kan en i så fall ikke ta til inntekt for at det finnes spinnbølger over T_c.

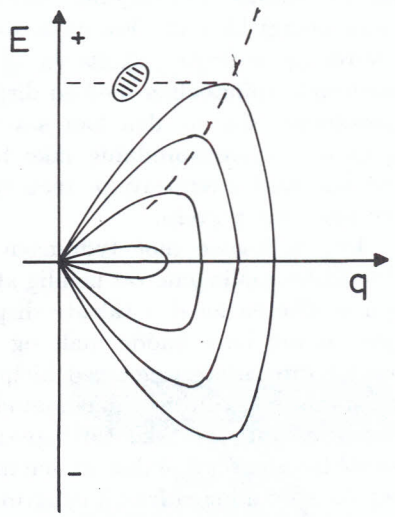


Fig.5. Skjematisk framstilling av nøytronintensitetsfordelingen i E,q–rommet for paramagnetisk spredning fra de metalliske 3d-elementene. Intensiteten har en Lorentz fordeling både i q–retningen og i E–retningen. Ved konstant–E sveip vil en finne en tilsynelatende intensitetsrygg pga geometriske effekter.

I det foregående har vi bare sett på hva nøytronspredning kan bidra med til å fortelle oss om magnetismeforhold over T_c. Resultater fra en hel rekke andre undersøkelser kan også bidra til å kaste lys over problemene. Ved spinnpolarisert elektronemisjon frigjøres elektroner fra metalloverflater. Elektronenes energifordeling og polarisasjonsforhold gir innblikk i ledningbåndenes utstrekning og splitting. Målingene gir tydelige indikasjoner på at båndsplittingen også vedvarer over T_c, men en har ikke sett spinnbølgeresonanser over T_c ved denne direkte metoden.

Referanser

1. O. Steinsvoll and T. Riste, *Spin dynamics above the Curie temperature studied by neutron scattering*, Proc.of the 4th conf. on μ-on spin rotation and resonance. J. Hyperfine Int. **31, 32**, 1986.
2. H. A. Mook, J. W. Lynn and R. M. Nicklow. Phys. Rev. Lett. **30**, 556 (1973) og Phys. Rev. B **11**, 2624 (1975).
3. V. Korenmann, J. L. Murray and R. E. Prange, Phys. Rev. B **16**, 4032 (1977) og H. Capellmann, J. Phys. F **4**, 1466 (1974).
4. K. R. A. Ziebeck and P. J. Brown, J. Phys. F **10**, 2015 (1980) og J. Magn. Magn. Matter **24**, 258 (1981).
5. O. Steinsvoll, C. Majkrzak, G. Shirane and J. P. Wicksted, Phys. Rev. Lett. **51**, 300 (1983) og Phys. Rev. B **30**, 2377 (1984).
6. H. A. Mook and J. W. Lynn, J. Appl. Phys. **57**, 3006 (1985) og Physica **136** B, 94 (1986).
7. Y. J. Uemura, G. Shirane, O. Steinsvoll and J. P. Wicksted, Phys. Rev. Lett. **51**, 2322 (1983).
8. L. van Hove, Phys. Rev. **95**, 1374 (1954).
9. H. A. Mook and J. W. Lynn, ORNL preprint PP86-118, 1986
10. P. Bøni and G. Shirane, Phys. Rev. B **33**, 3012 (1986).

Populærartikler om emnet:

R. J. Jelitto, Physikalische Blätter **39**, No 4, 95 (1983).

M. Campagna und B. L. Gyorffy, Physikalische Blätter **40**, No 4, 95 (1984).

J. Kirschner, Physikalische Blätter **42**, No 12, 400 (1986).

P. J. Brown, Europhysics News **17**, No 2, 25 (1986).

∞

Skriv i FFV

Trim iFFV

FFVT 3/88

For å unngå dyre feriereiser med fly har innovasjonssentret ved Fysisk Institutt i Globia foreslått å la tyngdekraften gjøre jobben. Ideen er å bore en rett tunnel til landet Syden, og beregningen deres antar at de praktiske problemer kan overvinnes, at luftmotstand og annen friksjon kan neglisjeres, og at Jorda er en kule med jamn tetthet. Hva er én-vegs reisetid?

Løsning FFVT 2/88

Første del av oppgaven gikk ut på å finne denne fyllingsgrad som gir laveste tyngdepunkt av en ølboks når væsken alene i en full boks veier like meget som 8 tomme bokser. Dersom høyden av væskerommet er H (i enheter av bokshøyden) så finner en lett at tyngdepunktet av boks pluss væske ligger i høyden

$$h = (1 + 8H^2)/(2 + 16H),$$

som naturligvis blir 1/2 både for H lik null og H lik 1. Det søkte minimuum av h inntreffer for $H = 1/4$, en fjerdedel av bokshøyden.

Vi ser at minimumshøyden av h også blir 1/4, slik at laveste tyngdepunkt ligger i væskeoverflata. Og siste del av oppgaven gikk ut på å verifisere Korks forutsigelse at dette gjelder også ved uregelmessige beholdere. La oss se: Dersom tyngdepunktet ligger i luft, kan vi senke det ved å helle i mer øl, dvs. addere masse under tyngdepunktet. Dersom tyngdepunktet ligger i væsken, kan vi senke det ved å fjerne ovenforliggende væske. Ved å regulere ølmengden kan vi altså alltid *senke* tyngdepunktet, unntatt når det ligger i væskeoverflata. Qed.

∞

Studer
FYSIKK

Fysikkolympiaden 1988

Bronsemedaljen studeres.

Fra venstre: Lars Schrøder, Arne Juul, Roar Lauritzen, Arne Kråkenes, Kårmund Myklebost (leder), Trond Reitan, Ingerid Hiis Helstrup (leder).

Den 19. fysikkolympiaden for elevar i den vidaregåande skolen blei arrangert i Bad Ischl i Østerrike i tida 24. juni til 1. juli i sommar. Konkurransen er etter kvart blitt internasjonal, av 27 deltakande land kom 8 frå utanfor Europa, nemleg Kina, Vietnam, Kuwait, USA, Canada, Cuba, Colombia og Australia.

Dei fem norske deltakarane var tatt ut etter to konkurranserundar. Dei blei samla ei lita veke på Blindern til trimmekurs, for det norske fysikkpensumet samsvarar ikkje heillt godt med det stoffet oppgåvene blir henta frå. Ein del andre land, serleg austeuropeiske, legg stor vekt på slike treningssamlingar, så det er ikkje lett å hevde seg i toppen for våre. Vi har nok og litt for få elevar med i rekrutteringsgrunnlaget, i Sovjetsamveldet stilte 2 millionar opp i den første av i alt 5 uttakingsrundar!

Med dette utgangspunktet gjorde våre elevar det godt i år. Ein av dei fekk bronsemedalje, han var blant beste tredjedel i konkurransen, tre av dei fekk heiderleg omtale (blant beste halvpart) og den siste kom tett oppunder slik omtale. Tidlegare år har ingen norsk deltakar nådd opp til heiderleg omtale, så vi har all grunn til å vera nøgde med innsatsen. Vinnar blei ein britisk gut, og Romania var beste nasjon. Vi plasserte oss (uoffisielt) som nr. 17.

Arrangementet var i dei beste hender, alt var lagt til rette for at deltakarar og leiarar skulle ha best molglege tilhøve under konkurransen. Dertil var forpleiinga ypperleg og turane fine i det vakre Saltzkammergut.

Noreg går no inn som ein fullverdig deltakar i fysikkolympiadane etter ein prøveperiode. Det vil seie at vi no har forplikta oss til å arrangere olympiade her i landet, når vår tur kjem. Dette vil truleg skje ein gong etter 1994 (etter Lillehammer).

Kårmund Myklebost

∞

BOK–Kronikk

Stephen W. Hawking: Univers uten grenser. Cappelen, 1988 (197 sider, kr 238.-).

BORTENFOR TID OG UTENFOR ROM – Stephen Hawkings bidrag til moderne fysikk.

Har livet noen mening? For det vanlige mennesket ser det nå dessverre ut til at det å være lykkelig er ensbetydende med å forbruke. Men mer verdifullt er vel den menneskelige evne til forundring og ettertanke.

Den engelske fysikeren Stephen Hawking er et lysende eksempel på at et menneske uten religiøs tro eller overtro kan ha indre fred og være på urolig søken selv under de mest vanskelige ytre betingelser.

Hawking lider nemlig av en sykdom som angriper musklene. Denne sykdommen har gjort ham fullstendig invalid. Han er lenket til rullestolen og har nesten mistet evnen til å snakke. Men likevel er han den fremste forsker innenfor relativitetsteori og gravitasjon siden Einstein.

Populærvitenskap.

Forlaget Cappelen har nå oversatt den populærvitenskapelige boka Hawking har fått skrevet. Tittelen er "Univers uten grenser", og den kommer faktisk samtidig med den engelske utgaven.

Denne boka ligger på et nivå, der norske gymnasiaster med naturfaglig retning bør ha de beste forutsetninger for å følge tankegangen. Men også folk uten en slik bakgrunn vil nok finne mye å glede seg over. Kravet er bare at de tar seg tid og dessuten har legning for naturfag.

Gud eller fysikk

Carl Sagan, som vi også kjenner fra norsk fjernsyn, sier i forordet at dette er ei bok om Gud. Det er en påstand jeg absolutt ikke vil være med på. Jeg vil påstå at fysikk dreier seg om hvordan verden er, mens religion prøver å svare på hvorfor verden er.

Derfor representerer fysikk en fruktbar vitenskap, der forskerne prøver å lage en modell for de prinsippene som den materielle verden adlyder. En kan da ha håp om å nærme seg det en kan kalle sannheten.

Men religionen stiller et umulig spørsmål, og derfor finnes det heller ikke noe felles svar. Det skulle tilsi en ydmyk, forsiktig og tolerant holdning hos mennesker som foregir å søke hva de kaller Gud.

Kosmologi

I boka si forteller Hawking om den nyeste forskningen som pågår innenfor gravitasjonsteori og partikkelfysikk. Han krydrer det hele med små bisetninger med anekdoter om de forskerne som har oppnådd de forskjellige resultatene. Boka er så velskrevet at jeg skal tilgi at han gjentar seg selv på sidene 100 og 101.

Et av de tidligste arbeidene til Hawking som jeg leste, dreide seg om kosmologi. Han avsluttet det med følgende besnærende påstand: "Hvorfor er universet likt i alle retninger? Jo, fordi vi er her." Det Hawking hadde funnet ut, var at hvis universet ikke er temmelig likt overalt, så ville det rå slike forhold at liv ikke kunne oppstå.

Hawking utførte deretter et fundamentalt arbeid sammen med Roger Penrose. Dette arbeidet viste at universet nødvendigvis må starte med en tilstand der tetthet, trykk og temperatur er uendelig store. I praksis betyr det at selve tiden og rommet sammen med materien begynte å eksistere for omtrent 15 milliarder år siden.

Men Einsteins generelle relativitetsteori greier ikke å beskrive forholdene i selve skapelsesøyeblikket. Det prøver nå Hawking å svare på ved å kople sammen gravitasjonsteori med kvantemekanikken, som sier hvordan elementærpartikler oppfører seg.

Siden tyngdekreftene er tiltrekkende, må universet forandre seg. Lyset fra de fjerne stjernetåkene forteller oss at universet virkelig utvider seg, men det er ikke avgjort om det vil utvide seg i all evighet, eller om det til slutt vil reversere bevegelsen sin og ta til å trekke seg sammen igjen.

Mange har sikkert også hørt om at en kan reise rett ut i universet, og likevel komme tilbake dit en startet, slik som en skikkelig jordomseiler. Hawking påpeker her et viktig resultat som jeg ikke har støtt på i annen populærvitenskapelig litteratur. Han sier fra at universet er så stort at selv en som reiser med lysets hastighet ikke rekker hjem før universet har trukket seg fullstendig sammen igjen.

Sorte hull

Samarbeidet med Penrose førte også til at forskerne begynte å ta de sorte hull alvorlig. Hawking og Penrose viste nemlig at når stjerner blir mindre i utstrekning enn en størrelse som kalles Schwarzschildradien, så må de nødvendigvis gjennomgå fullstendig kollaps og kryste seg selv ut av eksistens.

De påviste at Einsteins tyngdeteori medførte at disse stjernene ville trekke seg sammen til trykk og tetthet var uendelig store. Det vil si at teorien forutsier situasjoner, som den ikke kan beskrive. Men tyngdekreftene her er så sterke at lys og dermed informasjon ikke kan slippe vekk.

Det neste store resultatet Hawking la fram, viste at dette er en sannhet med modifikasjoner. Han greide å kople sammen tre store fysikkdisipliner, nemlig gravitasjonsteori, kvantemekanikk og varmelære. Det viste seg da at sorte hull er varme og sender ut stråling. Langt om lenge vil de faktisk eksplodere og sende ut enorme energimengder.

Tidens retning

Jeg synes selv at det mest fascinerende kapitlet er det som handler om tidsretningen. Dette kan muligens skyldes at jeg var til stede ved en kongress i Chicago i desember 1986, da Hawking trollbandt forsamlingen med et foredrag som foregikk via en datamaskin om nettopp dette emnet.

Hawking påpeker at det finnes tre forskjellige fenomener som kan skille fortid og framtid. Det første fenomenet er at tingene har en tendens til å komme i mer uorden. Dernest er det hukommelsen vår. Til slutt er det faktum at universet utvider seg, og ikke trekker seg sammen. Ved å sammenlikne vår hjerne med en datamaskin viser Hawking at vår hukommelse blir styrt av tingenes tendens til større uorden.

Men er ikke utvidelsesfasen og den eventuelle sammentrekningsfasen til universet fullstendig symmetriske slik at universet blir mer ordnet, når det trekker seg sammen? Hawking argumenterer for at uordenen også vil øke i kontraksjonsfasen, og da vil forholdene være slik at intelligente vesener ikke kan eksistere.

Endelig har Hawking foreslått at tiden kan behandles på lik linje med lenge og bredde på jordkloden, altså være endelig, men uten grenser.

Det er sørgelig å konstatere at en av de kosmologimodellene som Hawking beskriver, også har gyldighet for selve boka. Det er teorien om universet som utvider seg etter inflasjonens lov. Ordinær pris er nemlig hele kr 238.

Men for det vitebegjærlige menneske er selvsagt boka verdt denne summen mange ganger.

Henning Knutsen

∞

Bokomtaler

Carroll, J.E., "Rate Equations in Semiconductor Electronics", Cambridge University Press, Cambridge, 1985 (178 s.).

J.E. Carroll er professor i elektronikk ved Cambridge universitetet. Boka han har forfatta har form av ei lærebok. Lesaren blir ført steg for steg gjennom utleiingar og resonnement, etter kvart kapittel er det ei samling rekneøvingar, og det er bare ei kort referanseliste til slutt i boka. Forfattaren skriv i innleiinga at han har tenkt boka brukt som eit supplement til meir standard innføringsbøker i halvleiar-elektronikk. Og ein må seie at boka er ikkje noko innføringsbok. På dei snautt 200 sidene har forfattaren klemt inn omtale av eit omfattande utval av fenomen og komponentar i halvleiarfysikk. Utan eit grunnlag i faststoff-fysikk og moderne optikk vil ein ha lite utbyte av denne boka.

Men når det er sagt, må det også seiast at for den som har tileigna seg dei omgrepa forfattaren nyttar seg av (f.eks. effektiv masse til eit elektron), blir boka ei samling av svært enkle modellar, modellar som gjev ein oversikt over mange sentrale emne i halvleiarfysikk. Som det går fram av tittelen, presenterer forfattaren modellane i form av ratelikningar. Men han legg også mykje vekt på bevaringslovane ein får som likevektsløysingar av ratelikningane.

Boka har to hovudbolkar, etter eit humoristisk og halvfilosofisk innleiingskapitel. Den fyrste bolken handlar om elektroniske komponentar som diodar, felteffekt-transistorar og Gunn-oscillatorar. Her blir Boltzmanns lineariserte transportlikning innført og analysert. Dei tre partikkelfordelingane (Maxwell, Bose og Fermi) for frie partiklar i statistisk mekanikk blir også utleia. Andre bolken handlar om optoelektroniske komponentar, med hovudvekt på laserar, særleg diodelaserar. Det er tydeleg at forfattaren kjenner seg mest heime i denne bolken. Somme stader i boka er referansane til likningar og figurar andre stader i boka feil. Elles seinkar ikkje trykkfeil lesaren i å fylgje framstillinga i boka.

Særleg dei som er kjende med formelt meir stringente (og mindre tilgjengelege) framstillingar av same emne vil setje pris på denne boka.

Aasmund Sv. Sudbø

∞

Rivers, R.J.: Path Integral Methods in Quantum Field Theory, Cambridge Monographs, Cambridge University Press 1987, (339 sider).

Veiintegralmetoden ble startet av Dirac (1933) og videreutviklet av Feynman, men på grunn av den heller uklare matematikken den innebar, fikk den i starten ikke særlig oppmerksomhet i felteorien. Men etter de store nyvinningene i moderne ikke-Abelsk felteori ble det klart at veiintegraler er meget velegnet for å beskrive og studere slike felt, særlig symmetriegenskaper, og i dag er det knapt noen bok i felteori som ikke benytter seg av dette. Dessuten har de store regnemaskinene gitt muligheter for å bruke numeriske metoder på veiintegraler, og en kan beregne, eller håper å kunne beregne, størrelser som ikke kan nås med andre metode, f. eks. ikke-pertubative effekter.

I denne boken utvikles veiintegralmetoden fra bunnen, men det forutsettes en bakgrunn i felteori, f. eks. elektrosvak teori. Noe alminnelig felteori gjennomgås også i boken. Innholdet kan antydes av noen av kapitteltitlene: Scalar Functional Integrals, Series Exspansions, Stochastic Quantization, Fermions, QED, Non-Abelian Gauge Theories, Explicit Symmetry Breaking, The Effective Potential, Field Theory at Non-Zero Temperature, Instantons, Composite Fields.

Av ovenstående fremgår at Rivers dekker et meget stort område. Dette medfører at han til tider blir noe skissemessig, men han skriver klart og inspirerende. Han begrenser til problemer som kan behandles analytisk, og en vil finne lite om gitter-teori og ingenting fra det betydelige område som omfatter numeriske beregninger. Likevel, boken anbefales.

Kjell Mork

∞

Browne, E. and Firestone, R.B., Redaktør: Shirley, V.S. Table of Radioactive Isotopes. A. Wiley - Interscience Publication, John Wiley & Sons, 1986.

Det er et nødvendig oppslagsverk for den som arbeider med radioaktive isotoper i industri, medisin, biologi og selvsagt i kjernefysikk og kjemi. Det er Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, som har hatt det som løpende prosjekt å lage slike oversikter med jevne mellomrom, denne er den 8. i rekken.

Hoveddelen består av et massekjede "decay"-skjema for isotopene for hvert massetall. Med hvert skjema følger tabeller for hver isotop med bl.a. angivelse av halveringstid, decaymoder, masseoverskudd, spesifikk aktivitet, produksjonsmåte samt naturlig isotop innhold (hvor stabile isotoper er tatt med). Verket inneholder detaljerte data for ca. 2000 av 2755 kjent isotoper pr. 1.1.86 fra elementnummer $Z = 0$ til $Z = 109$ (kjent isotop $A = 266$).

Videre inkluderer boken grafer og tabeller over størrelser som fundamentale konstanter, intensiteter for detektor kalibrering, teoretiske interne konversjonskoeffisienter, elektroninnfangings-subskall forhold, elektronbindingsenergier, absorpsjon av γ stråler og rekkevidder av ladete partikler i forskjellige materialer etc.

Jeg savner en oversikt over tillatte inntak for noen av de viktigste isotoper (av helsemessige årsaker). Videre irriterer jeg meg noe over at spesifikk aktivitet er angitt i Ci/g i stedet for Bq/g.

Boken er ikke skikkelig paginert, er stor (ca. A4 format) og tykk (ca. 2.6 kg) og egner seg ikke til å drasses rundt med.

Torbjørn Sikkeland

∞

MacCallum, M.A.H. (Ed.) General Relativity and Gravitation. Proceedings of the 11th Int. Conf. on GRG, Stockholm, July 6-12, 1986. Cambridge University Press, 1987. Pris: $ 49.50.

De store internasjonale konferansene om alminnelig relativitet og gravitasjon (GRG) avholdes hvert tredje år. Denne boka fra Stockholmkonferansen i 1986 synes å være et nyttig verk for arbeidere innen dette noe spesielle fagområdet især dersom deres interesse går i retning av koblingen til moderne partikkelfysikk og strenger. Jeg har selv fulgt de fleste av GRG-konferansene siden 1971. Et markant trekk i utviklingen innen feltet så langt jeg kan bedømme, er nettopp den økende grad av kobling til partikkelfysikk og også til kosmologi. Og dette er jo en kjærkommen utvikling for enhver generell fysiker som tidligere ofte ble sittende med en avmektig følelse at relativitetsteorien kun var blitt en gymnastisk øvelse i differensialgeometri.

Boka er delt opp i to hoveddeler: Plenumsforedrag og symposierapporter. Første del er som man kunne vente mest instruktiv. M.A. Abramowicz forteller om "accretion disks" omkring svarte hull, M.J. Duff og M.B. Green forteller om Kaluza-Klein og superstrenger, og ellers finner vi 10 artikler om en mangfoldighet av emner, for eksempel kvantegravitasjon (C.J. Isham), "twistors" (R. Penrose), numerisk relativitet (T. Piran) og inflasjon (M.S. Turner). Spesielt virker artikkelen av Piran velskrevet, og også den av Turner.

Symposierapportene er mer spesielle. De er nyttige forsåvidt, men helst for spesialister.

Konklusjon: Boka er alt ialt mer utførlig og mer velskrevet enn flere av de andre konferanserapporter jeg har sett. Den bør finnes i ethvert universitetsbibliotek.

Iver Brevik

∞

Nytt fra NFS

Årsmelding for Norsk fysisk selskap 1987 - 1988

Årsmeldingen omfatter tiden mellom årsmøtene 16. juni 1987 og 14. juni 1988.

ORGANISASJONSFORHOLD

Styret har bestått av:

Eivind Osnes, leder
Ove Havnes, nestleder
Torgeir Engeland
Kårmund Myklebost (til 31.12. 1987)
Haakon A. Olsen
Johan Stadsnes (fra 1.1.1988)

med varamedlemmer:

Marianne Foss (fra 1.1.1988)
Anne Grete Frodesen (fra 1.1. 1988)
Hallstein Høgåsen
Unni Løvhaug (til 31.12.1987)
Helge Skullerud
Johan Stadsnes (til 31.12.1987)
Leif Veseth

Selskapets sekretær er Gerd Jarrett. Styret har hatt fem møter i perioden, alle i Oslo.

Selskapet har 679 individuelle medlemmer pr. 31.5. 1988, derav 10 studenter. T. Riste og S. Westin er æresmedlemmer. Videre har selskapet 11 kollektive medlemmer:

Chr. Michelsens Institutt
Det Norske Veritas
A/S Elektrisk Bureau
Laborel A/S
Norsk Data A/S
Norsk Hydro A/S
Rogalandsforskning
Simrad A/S
SINTEF
Statoil
Aanderaa Instruments

Årskontingenten er for 1988 kr. 150 for individuelle medlemmer. Studenter betaler halv kontingenet. Bidraget fra de kollektive medlemmer var i 1987 kr. 24.250.-.

Selskapets økonomi er god og regnskapet for 1987 er gjort opp med et overskudd på kr. 22.268.-.

FRA FYSIKKENS VERDEN

Norsk Fysisk Selskap utgir tidsskriftet "Fra Fysikkens Verden". Det ut kommer 4 ganger i året og har et opplag på 1400. For selskapets medlemmer er abonnementet inkludert og utgjør halvparten av årskontingenten.
Redaksjonen består av:

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen
Redaksjonssekretær:
Tor I.Langeland (til 31.12.1987)
Redaksjonskomite:
Noralv Bjørnå
Anne Grete Frodesen
Ingerid Hiis Helstrup
Per Chr. Hemmer
Olav Steinsvoll (til 31.12.1987)

Tidsskriftets økonomi er fortsatt anstrengt. NAVF har gitt et tilskudd på kr. 40.000.- i 1987. Regnskapet er gjort opp med et underskudd på kr. 5.141. Den likvide kapital var ved utgangen av 1987 ca. kr. 40.000.-.

Tidsskriftet er nå inne i sin 50. årgang. Dette er et stort jubileum for et populærvitenskapelig tidsskrift. Bladet tar fortsatt sikte på å gi en seriøs popularisering av fysikkens ulike områder for fagfysikere, studenter, lærere og andre interesserte. Det nye formatet gir gode muligheter for en populær tilrettelegging av stoffet, og interessen for tidsskriftet synes å være økende, både blant lesere og forfattere.

FYSIKERMØTET

Fysikermøtet ble i 1987 holdt ved Høgskolesenteret i Rogaland på Ullandhaug i Stavanger i tiden 15. – 18. juni, med 122 registrerte deltagere. Jan Finjord var formann i arrangementskomiten.

Møteprogrammet besto av 13 inviterte oversiktsforedrag i plenum, og 31 påmeldte faglige foredrag i parallellsesjoner. Blant plenumssesjonene inngikk presentasjon av norsk petroleumsfysikk. Det ble også holdt en paneldiskusjon om forskningspolit-

ikk. Det ble arrangeret en omvisning på Rogalandsforskning og ekskursjon til SVACOM forskningsenter på Hanabryggene i Sandnes. Det sosiale program besto av en båttur til Lysebotn og festmiddag i De Røde Sjøhus. Festtalen ble holdt av Hallstein Høgåsen.

Plenumsforedrag:

J.S.Bell (CERN):
Quantum Mechanics after ASPECT

E.Clementi (IBM, Kingston):
Parallel Computing

M.Eriksrud (Optoplan, Trondheim):
Optical Communication - Status and Perspectives

K.Fossheim (Trondheim):
Superconductivity above 77K

D.Gjessing (FFI, Kjeller):
Remote Sensing

O.Hjelmeland (Reslab,Trondheim):
Wettability of Oil Reservoirs - An Overview of Causes and Important Parameters

G.Marnyiak (SSI, Princeton):
The Harvest of Space

S.Nuland (IFE, Kjeller):
Two-Phase Transport of Hydrocarbons in the Oil Industry: Potentials and Technology Challenges

S.Sjøberg (Oslo):
Physics and Sport

S.Skjæveland (Stavanger):
Engineering Modelling of Reservoir Performance

S.O.Sørensen (Oslo):
Forty Years of Experimental Particle Physics in Oslo

P.-Z.Wong (Schlumberger,Ridgefield):
Fractals and Rocks

Paneldebatten om forskningspolitikk tok særlig opp spørsmål om strategisk planlegging av forskning og teknologi. Debatten ble ledet av T. Riste (IFE). Deltagere var K. Blegen (Industridepartementet), J.E. Fenstad (Oslo), A. Kjelberg (Kultur- og vitenskapsdepartementet) og J. Rekstad (Oslo).

Selskapets årsmøte ble avholdt 16. juni, og er referert i Fra Fysikkens Verden 49 (1987) Nr. 3. Under årsmøtet ble Norsk Datas fagpris i partikkelfysikk for 1987 tildelt Sven Oluf Sørensen for hans innsats innen norsk elementærpartikkelfysikk gjennom 40 år. Simrads fagpris i elektrooptikk for 1987 ble tildelt Morten Eriksrud for hans innsats for utviklingen av fiberoptisk teknologi.

FAGGRUPPENE

Selskapet har for tiden 13 faggrupper: Akustikk, Astrofysikk, Biofysikk, Datafysikk og måleteknikk, Partikkelfysikk, Kondenserte fasers fysikk, Generell teoretisk fysikk, Geofysikk og ionosfærefysikk, Kjernefysikk, Optikk og atom- og molekylærfysikk med spektroskopi, Petroleumsfysikk, Plasma- og gassutladningsfysikk og Undervisning. Disse har til oppgave å skape kontakt og stimulere forsknings- og undervisningsaktiviteten i Norge innen sine respektive fagområder.

Selskapets styre arbeider med spørsmålet om det bør opprettes grupper for miljøfysikk og for fysikk og samfunn.

Under Fysikermøtet 1988 i Oslo er det som vanlig satt av tid for kontaktmøte mellom styret og lederne for de faglige gruppene. Kjernefysikkgruppens virksomhet vil bli presentert i en plenumsesjon.

Styret har gitt økonomisk støtte til Trondheim Workshop on Theoretical Physics 31. august - 4. september 1987, det 11. Nordiske møte i partikkelfysikk på Spåtind 9. - 15. januar 1988 og det 23. Nordiske plasma-og gassutladningssymposium i Gausdal 21. - 24. februar 1988.

Fysikkolympiaden for skoleelever ble i 1987 arrangert i Øst-Tyskland. Fem norske elever deltok under ledelse av Ingerid Hiis Helstrup og Svein Lie. Deltagelsen ble støttet gjennom bidrag fra Kirke- og under visningsdepartementet, NAVF og Norsk Hydro. I 1988 arrangeres fysikkolympiaden i Østerrike. Uttagningsprøver er avholdt i to omganger (november og mars) og fem deltagere er tatt ut. Disse har gjennomgått et treningskurs på Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo i tiden 6. - 9. juni. Norge deltar i år for 5. gang i fysikkolympiaden og må derfor ta stilling til videre deltagelse på permanent basis. Fast deltagelse innebærer at Norge må være villig til å stå som arrangør av fysikkolympiaden i fremtiden. Dette spørsmålet, samt spørsmålet om fast støtte til årlig deltagelse, er blitt avklart gjennom drøftelser med Kirke- og undervisningsdepartementet. Representanter for kjemi- og matematikkolympiadene har også vært med på drøftelsene.

Forøvrig vises til årsrapportene fra de enkelte faggruppene.

NORSK FYSIKKRÅD

Selskapet har til utgangen av 1987 vært representert i Norsk Fysikkråd ved Gunnar Løvhøiden (varamann Anders Isnes) Ove Havnes (Olav Kaalhus), Per Vold (Kårmund Myklebost), Haakon Olsen (Stein Ullaland), Eivind Osnes (Vidar Horsfjord) og Turid Sigmond (Svein Lie).

Norsk Fysikkråd er omorganisert fra 1988. Rådet er bl.a. redusert fra 21 til 11 medlemmer. Norsk Fysisk Selskaps årsmøte velger nå 5 representanter til Fysikkrådet. Av disse skal 3 representere skoleverket, høyskolene utenom universitetene og frittstående forskningsinstitusjoner.

Fysikkrådet har fortsatt til oppgave å gi råd i viktige forsknings- og undervisningsspørsmål til de berørte institusjoner og skole- og forskningspolitiske myndigheter.

Fra 1.1 1988 er følgende medlemmer av Fysikkrådet valgt av selskapets årsmøte: I.H. Helstrup (varam. S. Lie), H. Olsen (O. Havnes), E. Osnes (K. Myklebost), T. Riste (Aa. Sudbø) og P. Vold (B. Berre).

NORDISK SAMARBEID

Samarbeidet med de fysiske selskaper i de andre nordiske land har i denne perioden vesentlig foregått innenfor rammen av Physica Scripta.

Norsk styremedlem i Physica Scripta er Tormod Riste med varamedlem Kjell Mork, mens Eystein Husebye, Ola Hunderi og Egil Leer er fagredaktører.

Samarbeidsutvalget for de fysiske selskaper i de nordiske land vil sammen med NORDITA utgi en oppdatert medlemskatalog.

EUROPEAN PHYSICAL SOCIETY

Representasjon. Ove Havnes og Eivind Osnes har vært selskapets representanter i rådet for EPS. Osnes deltok på årsmøtet i Dresden 24.-25. mars 1988. Her deltok også Endre Lillethun, som er formann i Interdivisional Group on Physics for Development. IGPDs hovedoppgave er å oppmuntre til og legge til rette for økt samarbeid mellom fysikere i industrialiserte

land og utviklingsland. En norsk kontaktgruppe for IGDP er opprettet med Egil Fett som formann. Knut Jostein Knutsen er medlem av EPS Advisory Committee on Physics Education og deltok på komitéens møte i Dresden 21. - 22. mars 1988.

NFS' medlemskontingent til EPS for 1988 er ca. kr. 30.000.-. Det er søkt NAVF om en reisebevilgning til vår EPS-representasjon i 1989.

Europhysics Letters Europhysics Letters er nå inne i sin tredje årgang og har ca. 950 biblioteksabonnenter. De fysiske selskapene i de nordiske land er gått inn som ordinære partnere i tidsskriftet, idet den tidligere garanti kapital på Sfr. 13.000.- er gjort om til arbeidskapital for tidsskriftet.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED PHYSICS

Styret utgjør sammen med Sverre Westin fra Det Norske Videnskaps Akademi den norske nasjonalkomitfor IUPAP. P.C. Hemmer og K. Birkeland deltok i IUPAPs 19. generalforsamling i Washington 29. september - 2. oktober 1987. Norge har etter denne 4 plasser i IUPAP:

P.C. Hemmer,
Executive Committee, Vice-President
K. Birkeland,
C.2 SUN-AMCO (Symbols,Units, Nomenclature, Atomic Masses and Fundamental Constants), Vice-Chairman.
J. Feder,
C.3 Thermodynamics and Statistical Mechanics.
P. Maltby,
C.19 Astrophysics, Secretary.

Spørsmålet om reisestøtte til våre IUPAP-representanter er tatt opp med Det Norske Videnskapsakademi og Kultur- og vitenskapsdepartementet.

MENNESKERETTIGHETER OG AKADEMISK FRIHET

Selskapets utvalg for menneskerettighetsspørsmål består av Per Chr. Hemmer, Kristoffer Gjøtterud og Tormod Riste (leder). Etter innstilling fra utvalget har styret sendt en henvendelse til de sovjetiske myndigheter til støtte for fysikeren Eduard Nadgornyi som har søkt om utreisetillatelse fra Sovjet-Unionen. Styret har også etter råd fra utvalget gitt sin tilslutning til en internasjonal kampanje som er startet til hjelp for forskerkolleger som er blitt offer for Pinochet-regimet i Chile. Styret vil rette en takk til alle tillitsvalgte i selskapet for oppofrende frivillig innsats til beste for norsk fysikk. En spesiell takk rettes til Kårmund Myklebost (styremedlem 1978 – 1987) , Olav Steinsvoll (tilknyttet FFV 1970-87) og Tor Langeland (redaksjonssekretær 1988) for deres store innsats for selskapet. Selskapets formann i årene 1965-69, professor Njål Hole, avgikk ved døden 7. februar 1988.

Blindern, juni 1988 Eivind Osnes
leder

∞

Årsmøte 1988

Norsk Fysisk Selskap hadde årsmøte på Fysisk Institutt, Blindern tirsdag 14. juni 1988 kl. 10.00. Lederen, Eivind Osnes ønsket velkommen til møtet.

SAKLISTE

1. Godkjenning av innkalling og sakliste
2. Referat fra årsmøtet 1987 (se FFV nr. 3 1987)
3. Årsmelding
4. Norsk Fysikkråd
5. Regnskap for NFS og FFV
6. Budsjett for 1988 og 1989 for NFS og FFV
7. Valg:
   a) 2 styremedlemmer
   b) revisorer og valgkomite
   c) medlemmer til Norsk Fysikkråd
8. Fysikermøtet 1989
9. Eventuelt

Pkt.1.
Det var ingen bemerkninger til innkallingen. E. Osnes ble valgt til møteleder. På saklisten ble det satt opp et nytt punkt 9: Innkomne forslag, og Eventuelt ble flyttet til punkt 10, og deretter ble saklisten godkjent.

Pkt.2.
Referatet fra årsmøtet 1987 ble godkjent uten kommentarer.

Pkt.3.
Årsmeldingen var lagt ut på forhånd og den vil også bli gjengitt i Fra Fysikkens Verden. Ved gjennomgåelsen av årsmeldingen ble det opplyst at Egil Leer går inn i redaksjonskomitéen for Fra Fysikkens Verden etter Olav Steinsvoll. Redaktørene fikk applaus for godt utført arbeide.

Rapporter fra de fleste faggruppene var lagt ut på forhånd (Akustikk, Geofysikk og Optikk mangler). Osnes fortalte at styret hadde hatt kontaktmøte med representanter for faggruppene søndag 12. juni og at 7 grupper møtte. Forslaget om å danne grupper for miljøfysikk og for fysikk og samfunn står fremdeles ved lag, men styret ønsker ikke å presse frem dette hvis det ikke er noen ildsjeler blant medlemmene som ønsker å gjøre en innsats på disse områdene.

Det har vært holdt treningskurs på Fysisk Institutt på Blindern for de 5 skoleelevene som skal representere Norge i Fysikkolympiaden i Østerrike. De ble intervjuet i Aftenpostens aftennummer 13. juni 1988.

Ellers minnet Osnes medlemmene om å fylle ut det tilsendte registreringsskjema hvis de ønsket å være med i den nye utgaven av katalogen over nordiske fysikere.

Når det gjelder Physica Scripta fortalte Riste at det nå går bedre med økonomien. Anders Barany er tilsatt som ny redaktør. Det er sendt søknad til NAVF om et fast tilskudd til representasjonsreiser til EPS-møter.

K. Gjøtterud i selskapets utvalg for menneskerettighetsspørsmål kunne fortelle at Eduard Nadgornyis sønn har fått reise fra Sovjetunionen, mens han og hans kone fremdeles ikke har fått reise. De er alle tre fysikere. Årsmeldingen ble godkjent.

Pkt.4.
H. Olsen refererte de nye vedtektene for og sammensetningen av Fysikkrådet, som forøvrig er gjengitt i FFV nr. 1, 1988. Når det gjaldt planer fremover, vil Riste-Spangen undersøkelsen bli forsøkt ajourført. Man har laget en oversikt over emnegruppen i fysikk ved de forskjellige læresteder. Det planlegges en workshop om fysikk og matematikk i skolen i samarbeid med Norsk Matematikkråd. Et seminar om grunnforskning i fysikk og dens innflytelse på norsk teknologi planlegges også. Fysikkrådet samarbeider med selskapet om Fysikkolympiaden.

Rådet vil også ta opp forskerrekrutteringen i fysikk.

På spørsmål om Fysikkrådet noen gang er blitt spurt til råds om noe, svarte Olsen at rådet har uttalt seg i flere saker selv om det ikke er blitt spurt. Fysikkrådet ble anmodet om å forsøke å gjøre noe med den dårlige rekrutteringen av lærere til den videregående skolen, og det ble fremhevet hvor viktig det var å rekruttere kvinner til fysikkstudiet. Fysikkrådet ble oppfordret til å ta kontakt med Kvinnesekretariatet i NAVF.

Pkt.5.
Regnskapet for NFS ble godkjent med et overskudd på kr. 22268,35 og FFV's regnskap med et underskudd på kr. 5141,85.

Pkt.6.
Budsjettene for NFS og FFV ble godkjent.

Pkt.7.
a) Valgkomiten hadde lagt frem forslag på Thormod Henriksen som nytt styremedlem, og om gjenvalg på Haakon Olsen, og disse ble enstemmig valgt. Det ble ikke valgt noen varamedlemmer, fordi det etter de nye statuttene bare skal være 3 varamedlemmer, slik at de to som sto på valg går ut. Styret vil fra 1. januar 1989 ha følgende sammensetning:
Eivind Osnes, leder
Ove Havnes, nestleder
Thormod Henriksen, styremedlem
Haakon Olsen, styremedlem
Johan Stadsnes, styremedlem

Varamedlemmer:
Marianne Foss
Anne Grete Frodesen
Hallstein Høgåsen

b) *Revisorene* Finn Tønnessen og Arne F. Andresen med vararevisor Jean Debernard ble gjenvalgt.

Valgkomitéen ble gjenvalgt:
Tore Amundsen, leder
Johannes M. Hanstéen
Jan-Erik Solheim

c) Som Norsk Fysisk Selskaps *representanter* til Norsk Fysikkråd for 2 år fra 1. janaur 1989 ble samtlige gjenvalgt:
Som *medlemmer/varamedlemmer:*
Ingerid Hiis Helstrup/Svein Lie
Haakon Olsen/Ove Havnes
Eivind Osnes/Kårmund Myklebost
Per Vold/Bjørn Berre
Tormod Riste/Aasmund Sudbø

Pkt.8.
Styret har mottatt invitasjon fra Fysisk Institutt ved Universitetet i Bergen om å holde Fysikermøtet 1989 der. Styret vil i samråd med komitéen i Bergen bestemme tidspunktet.

Pkt.9.
Styret har mottatt 4 forslag:

a) Forslag til statuttendring. T. Riste foreslår at lederen for Norsk Fysisk Selskap skal tituleres president slik det er vanlig i andre norske og internasjonale selskap. På grunn av at det ville ført til store ekstraomkostninger og mye ekstra arbeid å få sendt ut dette forslaget slik statuttene krever, var styret blitt enig med Riste om å utsette behandlingen av dette til neste årsmøte.

b) Forslag til resolusjon til Kringkastingsrådet fra Finn Ingebretsen og Tormod Riste. Forslaget utrykker bekymring over NRKs mangel på medarbeidere med høyere naturvitenskapelig utdannelse. Styret hadde vurdert forslaget og funnet det noe kortfattet, og ville gjerne ha tid til å arbeide med saken. Årsmøtet sa seg enig i dette og samlet seg om å be styret utarbeide en henvendelse til Kringkastingsrådet. Henvendelsen bør offentliggjøres, og kopi sendes Norsk Kjemisk Selskap og Norsk Matematisk Selskap.

c) Styret har mottatt forslag fra Alv Egeland om årlig å utgi et særskrift av FFV med 10 populærartikler + ca 10 sider. Hensikten er å øke interessen og rekrutteringen til fysikken. Idéen er god, men det vil koste atskillig å gjennomføre dette. Styret vil i første omgang drøfte muligheten for et felles hefte med astronomene, kjemikerne og matematikerne og vil undersøke mulighetene for støtte fra NAVF.

d) Annik Magerholm Fet har sendt inn et forslag om at det dannes et kontaktnett for norske kvinnelige fysikere. Årsmøtet ga sin tilslutning til idéen, og foreslo at hun sammen med et par andre interesserte dannet et interimstyre. Sekretæren vil sende henne en ajourført medlemsliste slik at hun kan plukke ut de andre kvinnelige medlemmene. En slik gruppe vil kunne søke selskapet om økonomisk støtte på samme måte som de andre faggruppene. Tilslutt takket Eivind Osnes for fremmøtet, og ønsket vel møtt i Bergen neste sommer.

Møtet ble hevet kl. 12.10.

Referent: Gerd Jarrett

∞

Nye medlemmer

Nye medlemmer tatt opp på styremøtet 13. september 1988:

Forsker Alfred Hansen
Max-Planck-Institut für Aeronomie
Postfach 20
D-3411 Katlenburg-Lindau
V-Tyskland

Stipendiat Olav Magne Nes
Institutt for fysikk
7034 Trondheim-NTH

Forsker Dag Rune Olsen
Det Norske Radiumhospital
Avd. for Medisinsk Fysikk
Montebello
0310 OSLO 3

Professor Lázzlo Pál Csernai
Fysisk Institutt
Universitetet i Bergen
Allegt. 55
5007 Bergen

Dataingeniør Arve Erlend Fredriksen
Geolab Nor A/S
Postboks 1581
7001 Trondheim

Siv.Ing. Oddbjørn Grandum
Fysisk Institutt
Universitetet i Trondheim/AVH
7005 Dragvoll

Siv.Ing. Heidi Lyng
Biofysisk Avdeling
Det Norske Radiumhospital
Montebello
0310 Oslo 3

Dr.Scient. Bjarne Stugu
Fysisk Institutt
Universitetet i Oslo
Postboks 1048 Blindern
0316 Oslo 3

Siv.Ing. Gunnar Taraldsen
Frode Rinnans Vei 153
7035 Trondheim

Ingeniør Bernt R. Uttakleiv
Lykkmarka 32
7081 Sjetnemarka

∞

OBS! OBS! OBS!

Melding fra Styret til alle medlemmer:

Register over nordiske fysikere

Vi minner om at "The Physical Societies in the Nordic Countries. Membership Directory" skal utgis på nytt, og at det samtidig skal opprettes en database over nordiske fysikere. Skjema ble utsendt med årsmøtepapirene i mai med frist for innlevering 15. juni. Nå er fristen forlenget til 15. november. Bare de som har sendt inn skjema i tide blir med i neste utgave.

∞

Fysikermøtet 1989

– holdes på Fysisk institutt, Universitetet i Bergen 19.–22. juni. Merk av datoene i almanakken!

∞

Norsk Fysisk Selskap

STYRE

Leder:
Professor Eivind Osnes,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Nestleder:
Professor Ove Havnes,
Institutt for matematiske realfag,
Universitetet i Tromsø.

Styremedlemmer:
Førsteamanuensis Torgeir Engeland,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.
Førsteamanuensis Johan Stadsnes,
Fysisk institutt, Universitetet i Bergen.
Professor Haakon A. Olsen,
Fysisk institutt, Universitetet i Trondheim/AVH.

Selskapets sekretær:
Gerd Jarrett,
Fysikkavdelingen, Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.
Tlf.:(06) 812560
Postgirokonto: 5 88 38 89.
Bankgirokonto: 5102.09.58344.

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:
Førsteamanuensis Øivin Holter,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.
Førsteamanuensis Finn Ingebretsen,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Redaksjonskomité:
Førsteamanuensis Noralv Bjørnå,
Institutt for matematiske realfag,
Universitetet i Tromsø.
Professor Anne Grete Frodesen,
Fysisk institutt, Universitetet i Bergen.
Lektor Ingerid Hiis Helstrup,
Langhaugen skole, Bergen.
Professor Per Chr. Hemmer,
Fysisk institutt, NTH, Universitetet i Trondheim.
Førsteamanuensis Egil Leer,
Astrofysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden,
Fysisk institutt,
Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern,
0316 Oslo 3.

Tlf.:(02) 45 64 28
Fra Fysikkens Verden utkommer fire ganger årlig. Abonnement kan tegnes direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 80,-. Studenter og skoleelever kr.40,-. Løssalg kr. 25,- pr. nummer.

Postgirokonto: 5 10 47 24
Bankgirokonto: 6094.05.40227